Elektronica en Telecommunicatie 5

Gemeenschappelijke publikatie van de
Sectie voor Telecommunicatietechniek van het K.I.v.I. en het
Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap.
Redactie-adres: Prinsessegracht 23, Den Haag.

681.326.7

Het voorspellen van de betrouwbaarheid van een computersysteem [1])

door J. Oostingh, Ontwikkelingslaboratorium IBM, Uithoorn



Summary: *Organization of Reliability Prediction in a Computer System.*
This paper provides some insight for predicting the reliability of a computer system. Since the computer system is very complex, it is broken down into subsystems, machines and components, not only for the sake of analysis and discussion but also in actual practice. Various methods involving the use of both manual and automatic techniques incorporating reliability feedback into the development/operational-use cycle are described. This ensures that reliability is implemented during the earliest stages and is re-evaluated throughout the life of the computer system.

1. Inleiding

De complexiteit en uitgebreidheid van vele hedendaagse computersystemen en de uitgebreide toepassingen, zowel in het bedrijfsleven als in de wetenschap, vereisen een hoge graad van bedrijfszekerheid en betrouwbaarheid.

Onder bedrijfszekerheid van een computersysteem moet worden verstaan de mogelijkheid het systeem op een tevoren vastgesteld tijdstip, gedurende een bepaalde tijd voor een bepaald doel te gebruiken.

Onder betrouwbaarheid van een computersysteem moet worden verstaan de verhouding tussen het aantal gewenste handelingen of berekeningen en het aantal geaccepteerde en/of goed uitgevoerde handelingen of berekeningen.

Voor toepassingen die een hoge bedrijfszekerheid vereisen zullen vaak dubbelsystemen moeten worden toegepast, waarbij het tweede systeem in werking komt bij het uitvallen van het eerste en waarbij het tweede systeem het eerste kan controleren of omgekeerd. Een voorbeeld hiervan is de besturing van een telefooncentrale.

Bij toepassingen die een hoge graad van betrouwbaarheid eisen is met name de nauwkeurigheid van de aanvoer van de gegevens en de informatie direct van invloed op het eindresultaat. Een voorbeeld hiervan is het 'real time'-reserveringssysteem van een luchtvaartmaatschappij.

Het analyseren en voorspellen van de bedrijfszekerheid en de betrouwbaarheid van een computersysteem vormt een essentieel onderdeel van de ontwikkeling en wordt tijdens de ontwikkeling voor alle samenstellende onderdelen afzonderlijk bepaald. Voor de analyse en prognose van de bedrijfszekerheid en de betrouwbaarheid van het gehele systeem wordt gebruik gemaakt van een computer.

Om een duidelijk inzicht te krijgen in de techniek van het voorspellen van de betrouwbaarheid van een computersysteem moeten achtereenvolgend worden beschouwd de opbouw van een computersysteem, de wijze waarop de betrouwbaarheidscyclus in de verschillende ontwikkelingsfasen is verweven en tot slot het gebruik van de computer bij het berekenen van de betrouwbaarheid.

2. Opbouw van een computer

Een computer of informatie-verwerkend systeem, veelal kortweg 'systeem' genoemd, kan worden omschreven als het totale complex van elektronische en elektro-mechanische 'black boxes' dat gedefinieerde gegevens als invoer accepteert, deze gegevens mathematisch en/of logisch combineert en de daaruit verkregen resultaten weergeeft. Zie fig. 1.

Een subsysteem is een gedeelte van een totaal systeem, dat kan werken als een functioneel geheel. De samenstellende onderdelen van een subsysteem zijn niet alleen de 'hardware'-elementen maar ook de daarmee verbonden programma's en programmaonderdelen, waarmee een bepaalde handeling (operatie) wordt uitgevoerd.

Een voorbeeld van een subsysteem is een magnetisch subsysteem, dat niet alleen de band-eenheid, de controle-eenheid en de verbindingseenheden bevat maar daarnaast ook de programma's, die de band-operaties besturen en controleren.

Een machine is een 'hardware'-eenheid, die een bepaalde

[1]) Voordracht gehouden voor de Afdeling voor Elektrotechniek en de Sectie voor Telecommunicatietechniek tijdens de gemeenschappelijke vergadering op 11 oktober 1968 te Delft.

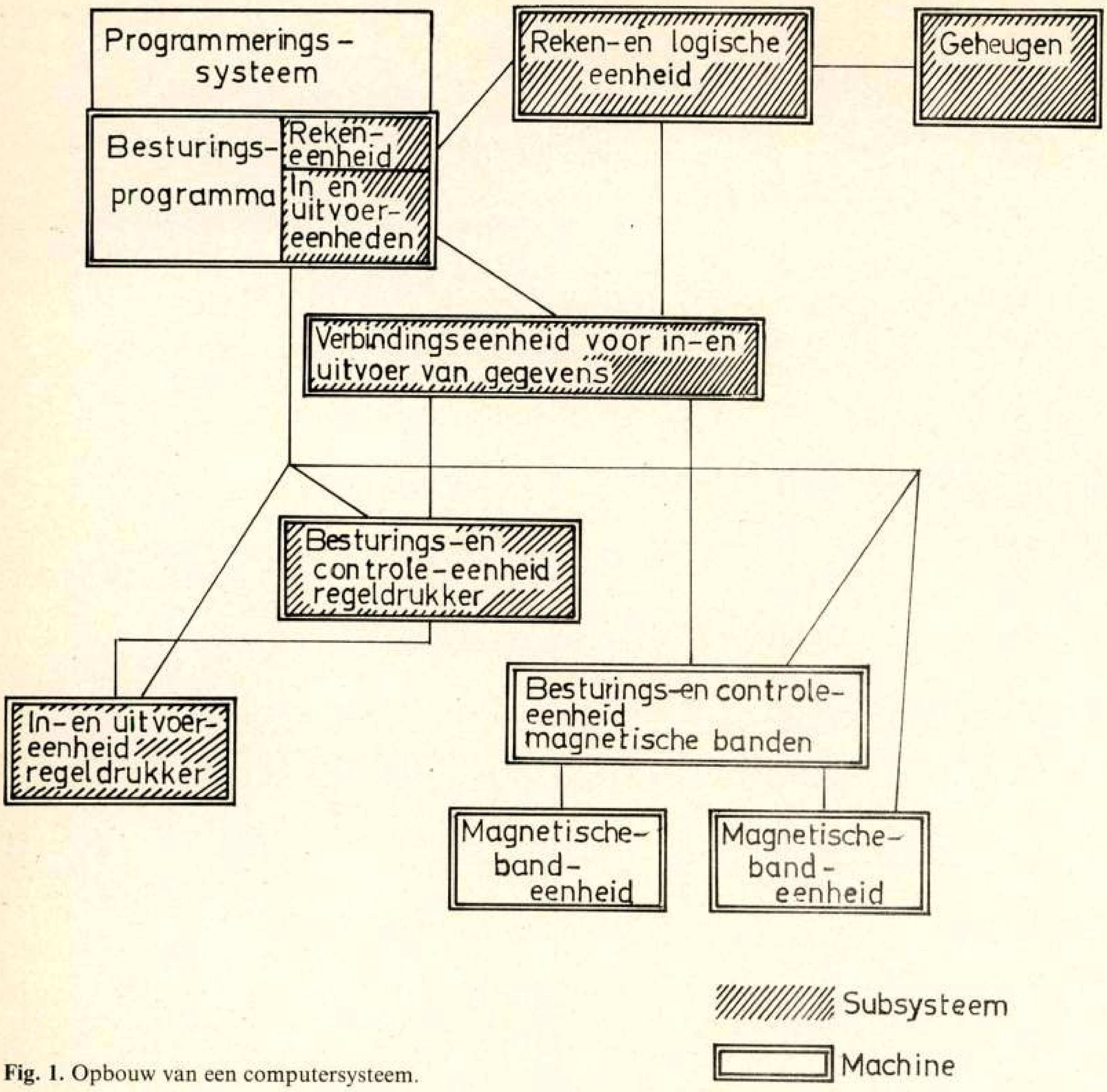


Fig. 1. Opbouw van een computersysteem.

functie kan uitoefenen en in samenhang met andere machines een subsysteem vormt. Deze machines zijn echter vaak ook afzonderlijk bruikbaar, maar vormen dan geen onderdeel van een subsysteem c.q. van een computer. Voorbeelden hiervan zijn een ponskaartenlezer, een regeldrukker, een papierband-ponseenheid enz.

In de computertechniek worden ook de reken-eenheden, controle-eenheden, verbindingseenheden en ook de zgn. programma's tot de machines gerekend.

Alle eerder genoemde eenheden zijn samengesteld uit mechanische, elektrische en elektronische componenten. Van deze componenten zijn de eigenschappen nauwkeurig bekend. De betrouwbaarheid en bedrijfszekerheid van de componenten wordt uitgedrukt in de zgn. 'failure rate', een factor van bedrijfszekerheid in procenten per duizendmaal gebruik of in procenten per duizend bedrijfsuren. Deze 'failure rate' vormt de basis van alle verdere berekeningen.

3. Betrouwbaarheidscyclus

3.1. Enkele algemene eisen

Om praktische en economische redenen worden de verschillende subsystemen, machines en componenten, die een systeem gaan vormen, ontwikkeld door relatief kleine en daardoor gemakkelijk te leiden groepen van specialisten. Vaak ook zijn deze groepen geografisch op verschillende plaatsen ondergebracht.

Hierdoor is het van essentieel belang, dat de betrouwbaarheid bekeken wordt tijdens iedere fase van de ontwikkeling. Ook moet er een goede in twee richtingen werkzame communicatie onderhouden worden tussen de verschillende groepen van specialisten. Deze goede communicatie en samenwerking wordt intenser naarmate het aantal machines per subsysteem groter wordt.

Een ander facet is, dat er een compromis moet worden gevonden tussen betrouwbaarheid en kosten. Voor een bepaalde toepassing zal het economisch acceptabel zijn om een bepaald aantal storingen met een bepaalde tijdsduur te hebben. Voor een andere kan één storing van een korte tijdsduur reeds fataal zijn.

Ten aanzien van de betrouwbaarheid dient bij de ontwikkeling rekening gehouden te worden met de volgende eis:

– Wanneer een storing optreedt moet deze zich melden voordat de gegevens van de gebruiker vernietigd of vervormd zijn. Dit is een eis die betrekking heeft op de betrouwbaarheid van de machine.

Ten aanzien van de bedrijfszekerheid moet aandacht geschonken worden aan de volgende punten:

– indien de computer defect raakt, moet hij zeer snel te repareren zijn;

– na de reparatie moet de gebruiker met een minimum aan vertraging zijn werk kunnen hervatten.

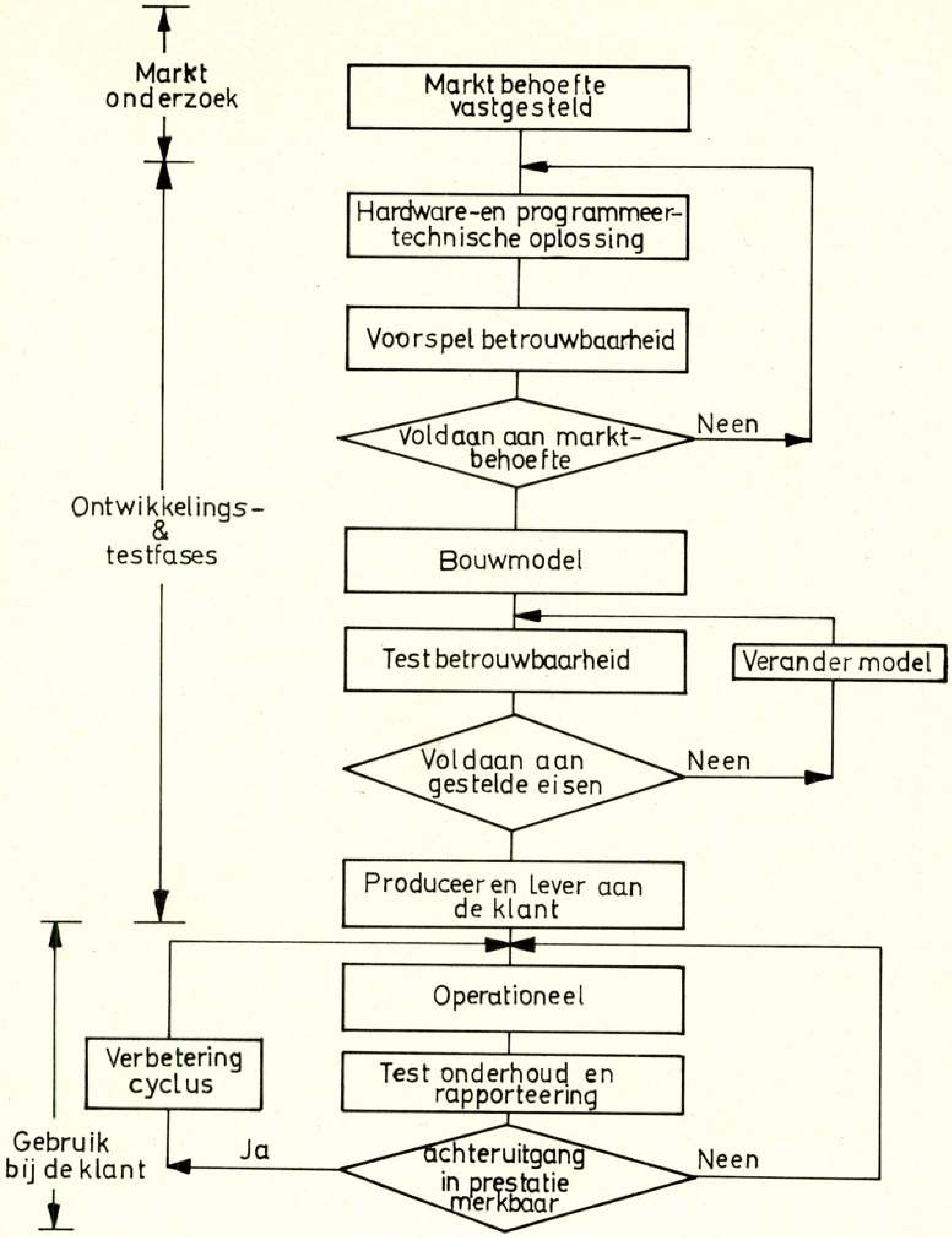


Fig. 2. Betrouwbaarheidscyclus.

3.2. Flexibiliteit

De opbouw van een computer maakt het vaak mogelijk om een storing van een onderdeel te ondervangen door met programma-technische oplossingen om het foute onderdeel heen te programmeren. Men kan zo een zekere flexibiliteit inbouwen. Een voorbeeld hiervan is: als een gedeelte van het geheugen niet meer gebruikt kan worden, dit als het ware te vervangen door een ander deel van het geheugen. Nu is het mogelijk de eventueel gemaakte fout te corrigeren. In het programma gaat men dan terug naar een zogenaamd 'chek point'. Het programma begint dan opnieuw, het defecte gedeelte ongebruikt latend.

Deze oplossingen vereisen natuurlijk ook ontwikkelingstijd en onderzoek of het in de praktijk economisch verantwoord is dit uit te voeren. In het hiervoor gegeven voorbeeld is de uitkomst correct maar de tijd nodig om de juiste oplossing te vinden is langer geworden.

3.3. Betrouwbaarheidscyclus

We zijn nu aan de betrouwbaarheidscyclus gekomen. Zoals in fig. 2 te zien is, is de betrouwbaarheidscyclus nauw verweven met de ontwikkelingsfasen.

De ontwikkelingsfasen zijn vrijwel gelijk voor de ontwikkeling van een machine, een subsysteem of een systeem. In praktijk zullen deze drie aaneenschakelingen van gebeurtenissen ook bijna altijd gelijktijdig plaatsvinden.

Alhoewel veel systemen gelijkvormig zijn, moet tijdens de ontwikkeling al rekening worden gehouden met de toepassing. De componenten worden toegepast in de machines, de machines

worden gebruikt door een subsysteem, subsystemen door een systeem en het systeem door de klant.

3.3.1. Marktonderzoek
Tijdens het marktonderzoek moet de prestatie van het systeem worden vastgesteld. Niet alleen in eenheden van doorvoersnelheid maar ook in eenheden van betrouwbaarheid.

Een voorbeeld hiervan vindt men bij het verwerken van zogenaamde slappe formulieren. De doorvoersnelheid van een bepaald type documentenlezer/sorteermachine is bijvoorbeeld vastgesteld op *n* documenten per minuut. De volgende overwegingen bepalen de gewenste betrouwbaarheid.

De doorvoersnelheid moet voor een bepaalde toepassing bijvoorbeeld minstens vier uur per dag bereikt worden om de orders van die dag te kunnen verwerken. Gedurende deze tijd moet het aantal storingen tot een minimum beperkt blijven. Daarna kan het noodzakelijke onderhoud aan de machine verricht worden. Dit onderhoud kan dan uitgebreider zijn dan in andere toepassingen om het in dit geval lage vereiste aantal onvoorziene onderbrekingen te kunnen handhaven. Acceptabel voor deze toepassing is dan bijvoorbeeld: twee storingen per kwartaal met een duur van een half uur.

3.3.2. Ontwerpfase
Nadat de marktbehoefte is vastgesteld wordt er een 'hardware'- en programma-technische oplossing ontworpen. Aan de hand van dit ontwerp wordt dan onder andere de betrouwbaarheid volgens bovenvermelde criteria vastgesteld (aantal en tijdsduur der storingen). Indien niet aan de gestelde eisen wordt voldaan, worden er veranderingen in 'hardware' of programmering aangebracht. Ook zal het vaak nodig zijn een volledig nieuw ontwerp te maken.

3.3.3. Proefmodel
Tijdens de ontwikkeling worden ook kosten, produktiemogelijkheden en planning zeer nauwkeurig voorspeld respectievelijk bekeken.

Is op papier voldaan aan de gestelde eisen, dan wordt een model gebouwd. Aan de hand van dit model wordt nu de betrouwbaarheid getest en bepaald. Voor dit testen op laboratoriumniveau is een aparte organisatie opgericht die los van de ontwikkelingsgroepen staat. Deze test het model en bootst het klantengebruik over langere perioden na. (Product Test Laboratorium.) Beantwoordt het model niet aan de verwachtingen dan worden verbeteringen aangebracht tot aan de eisen is voldaan. In een van de laatste fasen worden de bijbehorende besturingsprogramma's toegevoegd en ook getest. Deze programma's zijn gelijktijdig met het 'hardware'-model ontwikkeld.

Vermeld moet worden, dat, alhoewel computerprogramma's op zich zelf staande pure wiskundige logica zijn en niet kunnen vervormen of verslijten, zoals mechanische onderdelen, ze ook getest moeten worden.

De enorme en onoverzichtelijke hoeveelheid van tijd afhankelijke interrelaties is er de oorzaak van, dat ook bij programma's van een bepaalde betrouwbaarheid gesproken kan worden. Dit kan onder meer verklaard worden door de grote verscheidenheid in het samenstellen en samenkomen van invoergegevens, uitkomsten van berekeningen e.d. Ook het verschillend belasten van bepaalde elektronische circuits kan van invloed zijn. Vanwege deze feiten worden ook de programma's zo uitgebreid mogelijk getest.

Nu is een produktie-rijp model ontwikkeld. Dit wordt aan de fabriek gegeven, die voor produktie en aflevering aan de klant zorg draagt.

3.3.4. Rapportering
De machine is nu in het operationele stadium en wordt regelmatig getest en onderhouden. Ook voor dit testen en onderhoud bestaat een aparte organisatie (Technische Dienst). Deze heeft een nauwkeurige rapporteringsmethode van alle werkzaamheden, door de technici aan de machine verricht. Testen en onderhoud worden gerapporteerd, maar ook de eventuele storingen, hun oorzaak en oplossing.

Normalerwijze gesproken, als er dus geen achteruitgang in prestatie is, doorlopen we dit deel van de betrouwbaarheidscyclus gedurende de gehele levensduur van de machine. Om rekening te houden met alle eventualiteiten is de mogelijkheid geschapen om snel in te kunnen grijpen. Mocht zich bijvoorbeeld in een bepaald type van een groep een bepaald verschijnsel voordoen, dan kunnen we zodra er enige achteruitgang in prestatie merkbaar is een verbeteringscyclus starten.

Een sprekend voorbeeld: Toen het IBM-systeem 360 pas kort op de markt was traden er storingen op in het 'read only storage' (R.O.S.). Een verhoogd ruisniveau was er de oorzaak van dat er spontaan extra gegevens gegenereerd werden. Binnen een paar dagen was er een voorlopige programmatechnische oplossing gevonden. Gelijktijdig was het probleem ook van de 'hardware'-zijde benaderd en na een week was er een verbeterde versie van het R.O.S. beschikbaar. Tegenwoordig worden alle S 360/systemen met dit nieuwe R.O.S. uitgerust.

4. Betrouwbaarheidsbepaling met behulp van een computer

4.1. Voordelen van het gebruik van een computer

Het gebruik van een computer bij het bepalen van de betrouwbaarheid van een systeem, subsysteem of machine biedt de volgende voordelen:

- het reken- en schrijfwerk blijft tot een minimum beperkt;
- het vernieuwen of veranderen tijdens het ontwikkelingsproces van de betrouwbaarheidsbepaling wordt vereenvoudigd. Alleen het beïnvloede gedeelte wordt aangepast;
- het combineren en vergelijken met overeenkomende problemen uit andere locaties en voorgaande gelegenheden is mogelijk door deze standaardisatie;
- die onderdelen, die een grote invloed hebben op de betrouwbaarheid van het geheel zijn eenvoudig te lokaliseren en kunnen dus aan een nader onderzoek worden onderworpen.

Omdat de algemene benadering van de betrouwbaarheidsbepaling voor machines, subsystemen en systemen op dezelfde principes berust – slechts de samenstellende onderdelen van subsystemen en systemen zijn steeds een orde groter – wordt hier de bepaling van de betrouwbaarheid van een machine besproken.

4.2. Componenten-analyse

In de componenten-analyse gebruiken we twee programma's, het eerste om te kijken of er 'failure rate' bekend is voor de samenstellende componenten en het tweede om 'failure rates' te berekenen voor kleinere en middelgrote samenstellingen, waarmee logische elementen worden bedoeld die samengevoegd zijn tot een functioneel geheel op elektronisch gebied.

Zoals reeds vermeld, wordt gedurende de gehele levensduur van een machine of systeem voortdurend rapport uitgebracht over het gedrag van de apparatuur. Dit wordt gedaan om verzekerd te zijn van de zo noodzakelijke werkelijke gegevens omtrent het gedrag van de onderdelen, kabels en machines. Deze gegevens worden verzameld en opgeslagen in een centraal

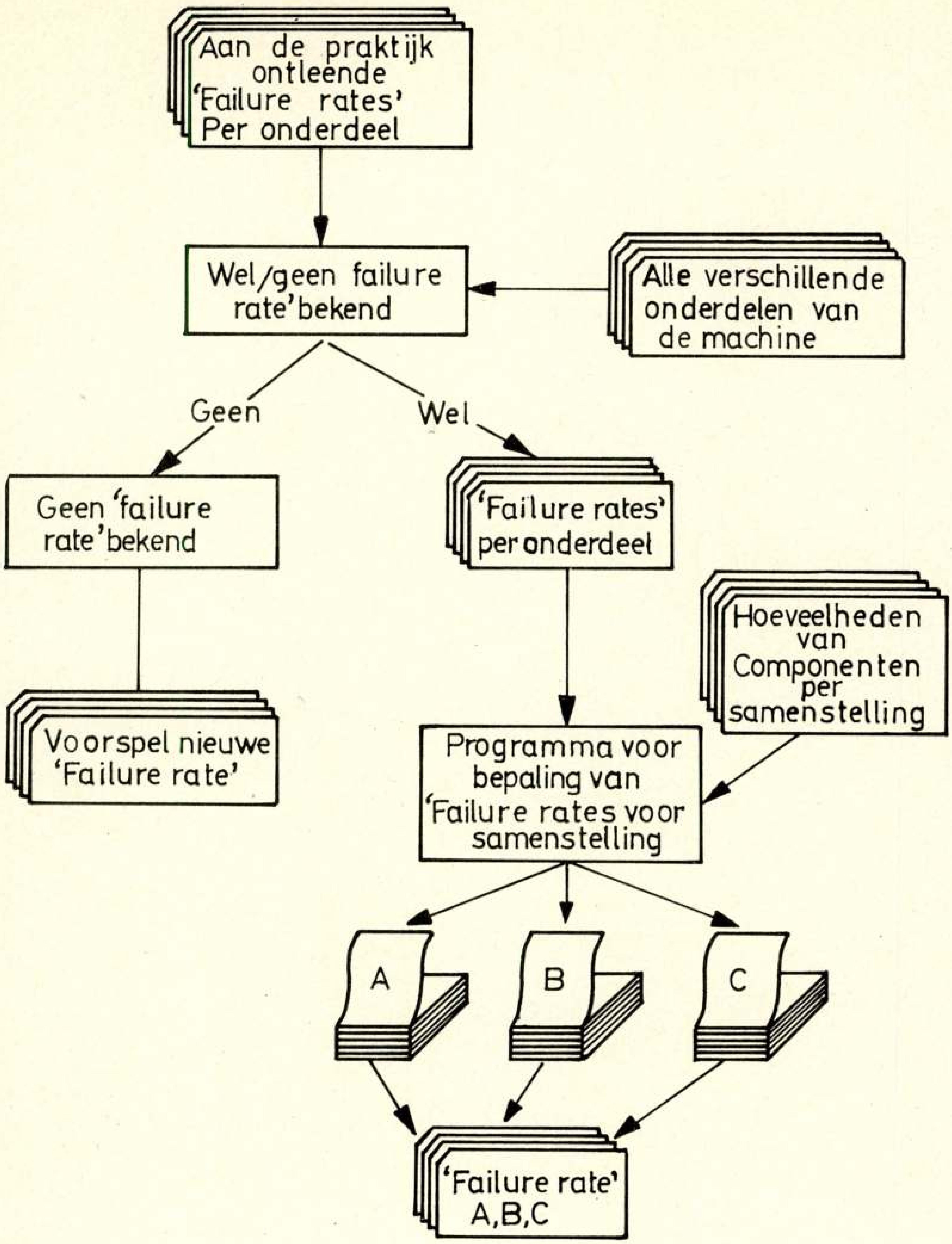


Fig. 3. Componenten-analyse.

betrouwbaarheidsgegevenssysteem, een zgn. 'Reliability Data Bank'.

In deze 'Data Bank' zijn tevens alle gegevens opgenomen, die zijn verzameld tijdens de ontwikkeling van het onderdeel, uit laboratoriumtesten en proeven onder vastgestelde condities. Deze oorspronkelijke gegevens worden op den duur vervangen door de werkelijke gebruiksparameters.

Deze 'Data Bank' dient als een van de invoergegevens voor het eerste programma dat onderzoekt of er een 'failure rate' van de gebruikte onderdelen bekend is. Een in kaarten geponste lijst van alle verschillende samenstellende onderdelen van de machine is de andere input. Zo niet dan wordt onmiddellijk contact opgenomen met diegene die verantwoordelijk is voor het ontwerpen van dat onderdeel en wordt in nauwe samenwerking met hem een 'failure rate' vastgesteld. Deze wordt niet alleen gebruikt als input voor het volgende programma, maar ook ingevoegd in de 'Reliability Data Bank' voor eventueel volgend gebruik. Zie fig. 3.

Was er wel een 'failure rate' bekend, dan ponst het programma een kaart per onderdeel met de 'failure rate' en de code van dat onderdeel. Met behulp van de gevonden 'failure rates' van elk van de in een samenstelling voorkomende componenten en gegevens over de wijze waarop een samenstelling is opgebouwd, berekent het tweede programma de 'failure rate' van de samenstelling. Opgemerkt dient te worden dat de uitkomst van dit programma niet zoals gebruikelijk in de literatuur een 'failure rate' geeft in procenten per 1000 uur, maar de 'failure rate' opdeelt in drie factoren, te weten:

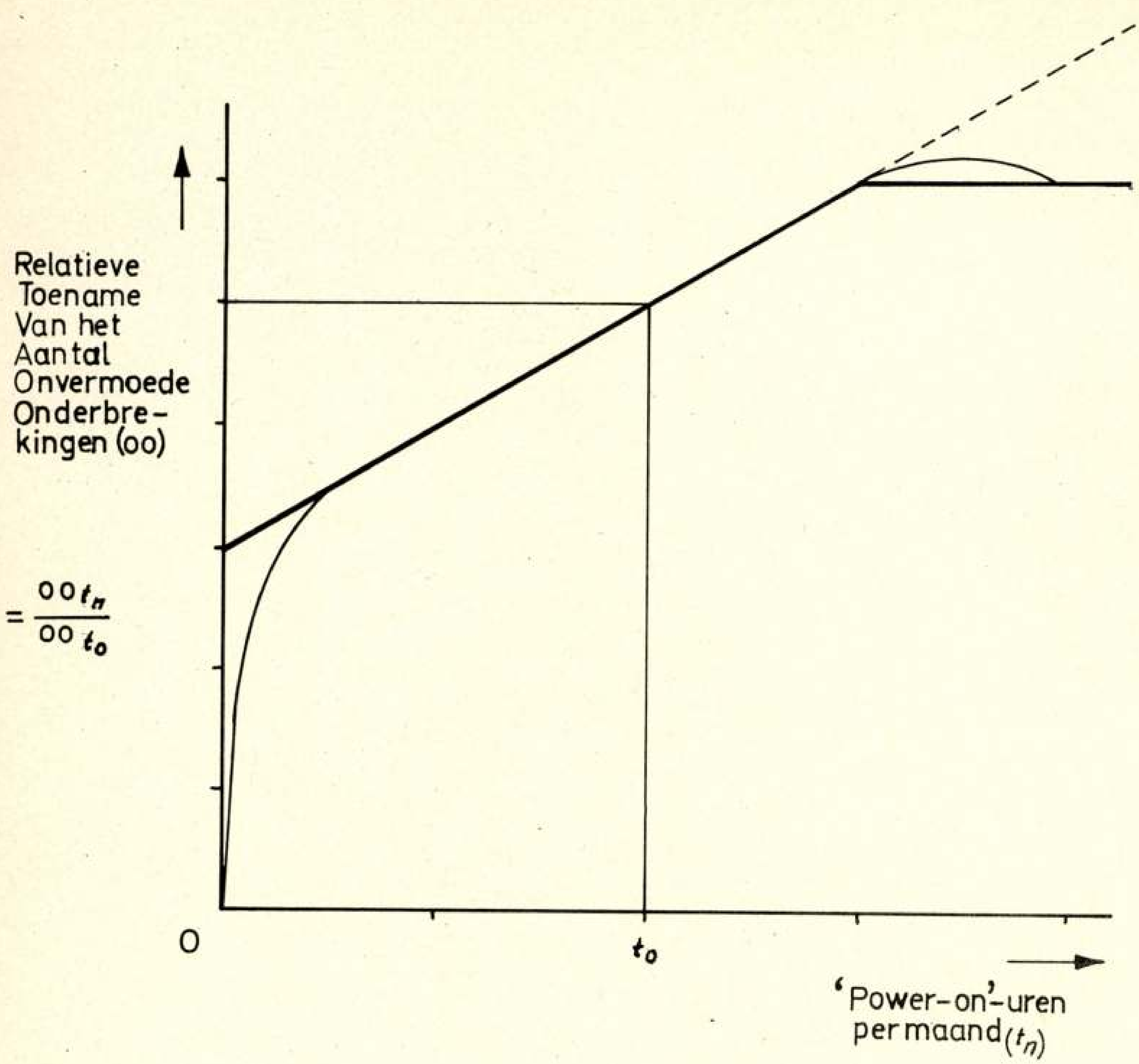


Fig. 4. Regressieverschijnsel.

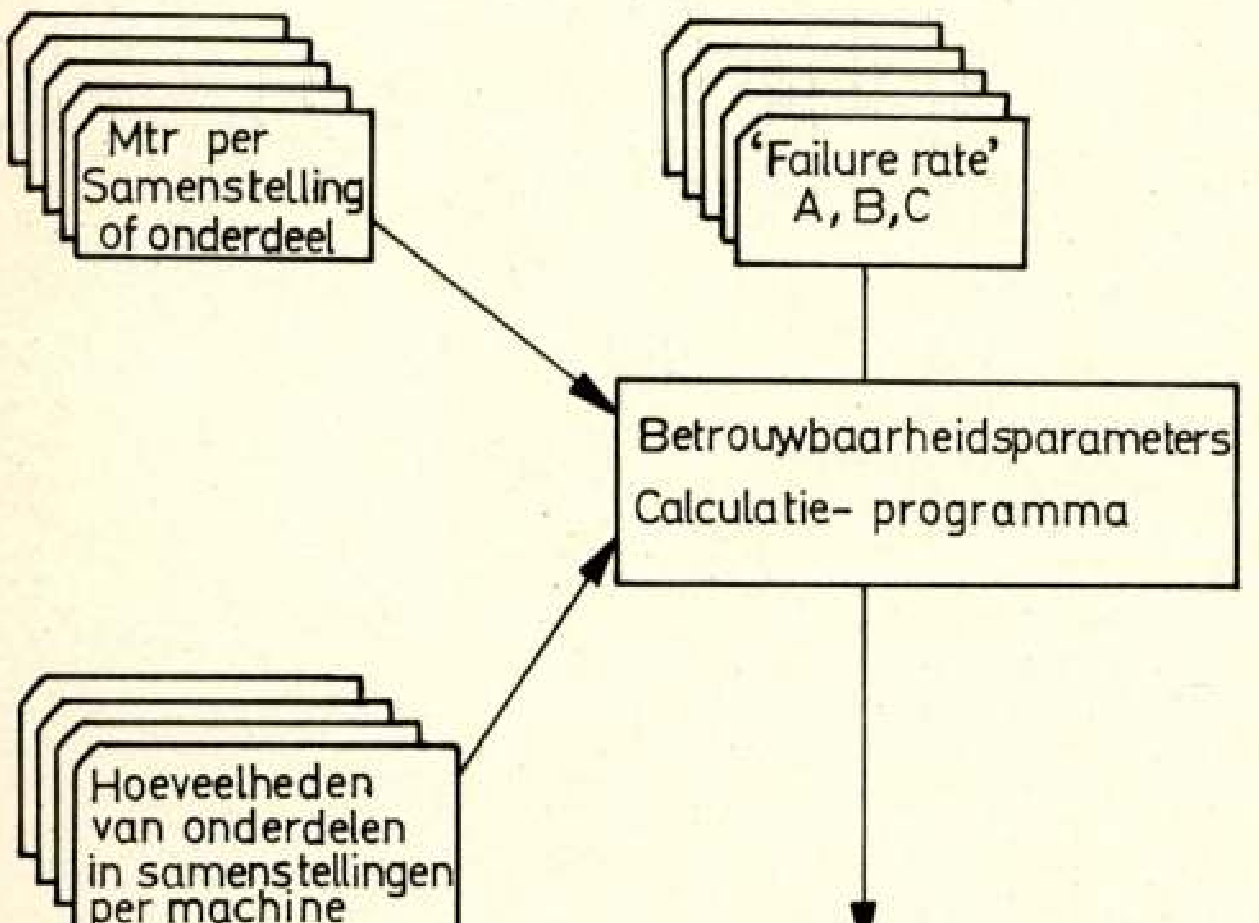


Fig. 5. Architectuur en onderhoudsanalyse.

- een constante;
- een factor voor 'power-on'-uren;
- een factor voor het aantal bewegingen of operaties van dat onderdeel.

Met behulp van de gevonden 'failure rates' van elk van de in een samenstelling voorkomende componenten en gegevens over de wijze waarop een samenstelling is opgebouwd, berekent het tweede programma de 'failure rate' van de samenstelling.

In dit laatste programma wordt rekening gehouden met een zgn. regressieverschijnsel, de architectuur van het systeem en de voor onderhoud aanwezige hulpmiddelen.

De vorm van de regressiekromme is door de jaren heen empirisch vastgesteld en heeft in de praktijk zijn waarde bewezen (zie fig. 4).

In het programma wordt de kromme benaderd met behulp van twee rechte lijnen. Het verloop van de regressiekromme geeft aan dat het aantal onvermoede onderbrekingen niet altijd recht evenredig is met het aantal 'power-on'-uren. Na een bepaalde tijd neemt het aantal onvermoede onderbrekingen niet meer toe, maar blijft constant. Dit wordt o.a. veroorzaakt door het in- en uitschakelverschijnsel.

De term 'architectuur' wordt hier gebruikt om de eigenschappen van een systeem te beschrijven zoals ze door een programmeur worden gezien. Dat zijn de begripsstructuur en het functionele gedrag los gezien van de organisatie en de besturing van de informatiestroom, het logische ontwerp en de fysische realisering daarvan. [2])

[2]) Zie voor de oorspronkelijke Engelse definitie het artikel: Architecture of the IBM system/360 by G. M. Amdahl, G. A. Blaauw en F. P. Brooks, IBM Journal of Research and Development, april 1964.

In de onderhoudsanalyses wordt nagegaan (fig. 5) welke hulpmiddelen aanwezig zijn voor het onderhoud van het systeem. Dit kunnen in de 'hardware' ingebouwde hulpmiddelen zijn of de diagnostische hulpmiddelen. Met de eerste groep worden indicatoren en ingebouwde testmogelijkheden bedoeld, de tweede groep kan uit twee soorten programma's bestaan, te weten foutlokaliseringsprogramma's, die de technicus tot op een bepaalde groep onderdelen nauwkeurig de plaats van de fout aanwijzen en functie-testprogramma's, die zoals de naam reeds zegt, de functies van de machine zo uitgebreid mogelijk testen, op een manier zoals de klant de machine ook gebruikt. Dit houdt in, het uitvoeren van alle mogelijke combinaties van operaties met zoveel mogelijk verschillende gegevens.

Deze laatste fase is de moeilijkste fase van het bepalen van de betrouwbaarheidsparameters van de machine of het systeem.

Nu komt het nl. aan op kennis van diegene die deze parameters bepaalt. Hij moet nu met de onderhoudsbenadering en de architectuur van de machine de gemiddelde tijd voor het repareren van een bepaald onderdeel vaststellen. Hij kan voor bestaande onderdelen een beroep doen op de gegevens uit de onderhoudsrapporten. Nieuwe onderdelen zal hij trachten te vergelijken met min of meer analoge onderdelen om zo tot een zekere schatting te komen. Rekening houdend met de hiervoor genoemde facetten en aan de hand van de eerder genoemde, uit drie factoren samengestelde 'failure rate' en met een in kaarten geponste lijst van hoeveelheden van onderdelen van de machine, bepaalt het programma de betrouwbaarheidsparameters. Deze parameters zijn de gemiddelde tijd tussen twee fouten (MTBF) de gemiddelde duur van een storing van de machine (MTR), het aantal storingen en de tijd benodigd voor het tijdens het onderhoud vervangen van defecte onderdelen.

5. Samenvatting

De noodzaak van het accuraat kunnen voorspellen van de betrouwbaarheid van een computersysteem wordt steeds groter. Een hoge graad van betrouwbaarheid is noodzakelijk vanwege de intrinsieke waarde van de gegevens en de aard van toepassing van het computersysteem.

Doordat de ontwikkeling van componenten, machines, subsystemen en systemen in kleine groepen van specialisten plaatsvindt gecombineerd met een goede communicatie, is het mogelijk de betrouwbaarheid van een eenheid reeds in een vroeg stadium te voorspellen. Het voorspellen van de betrouwbaarheid wordt gedaan met behulp van een computer en met als uitgangsgegevens, de 'failure rate' van de kleinste samenstellingen.

Ervaringen opgedaan tijdens onderhoud, testen en reparatie worden benut bij iedere volgende ontwikkeling door de gegevens van de rapporten der technici in de zgn. 'Reliability Data Bank' op te nemen. Dit is de zozeer gewenste terugkoppeling van gebruiksgegevens.

621.396.677:629.19

Recent trends in the design of large steerable antennas for space communications [1])

by **Dr. ir. M. S. Afifi,** Technische Hogeschool, Delft



Summary: The various types of antenna systems which can be used in the ground terminal for space communications, together with the considerations which are important in their design, are discussed. Some points of view in modern design techniques are explained. The advanced antenna types, yielding a high-quality performance, appear to be smaller in size, lighter in weight (and therefore less expensive) and have more favourable mechanical characteristics than the conventional types.

Introduction

Owing to the large distances between space vehicles and the earth, the path loss is very high, while the size of the vehicle antennas is limited by the requirement of minimal weight aboard. Therefore, the ground antennas have to satisfy particularly high demands. For instance, these antennas must have an extremely high gain and, consequently, their dimensions have to be very large in comparison to the wavelength of the electromagnetic radiation. In the microwave region, this requirement can be met by employing reflector antennas. The frequency band 1-10 GHz is preferred because of the negligible atmospheric and cosmic noise contributions in this range (see Fig. 1). Adherence to the desired beamwidth is only possible if the antenna retains its shape with sufficient accuracy in all positions the antenna can take. Usually, the deviations of the reflector surface from the required shape have to be restricted to values smaller than 0.05 λ, where λ is the wavelength of the electromagnetic radiation. The antenna motion should be steady, even at small rotational velocities; its position should be adjustable to within a few thousandths of a degree. On account of the required accelerations, the mass of the rotatable systems, as well as its moment of inertia, must be as small as possible.

The reflector antennas used for radio astronomy, for radar astronomy, for tracking of space vehicles or for satellite communications, are usually required to exhibit extremely low inherent noise. In addition, the radio frequency feeders are to be practically non-dissipative while the side lobes in the antenna

[1]) Manuscript ontvangen 18 februari 1969.

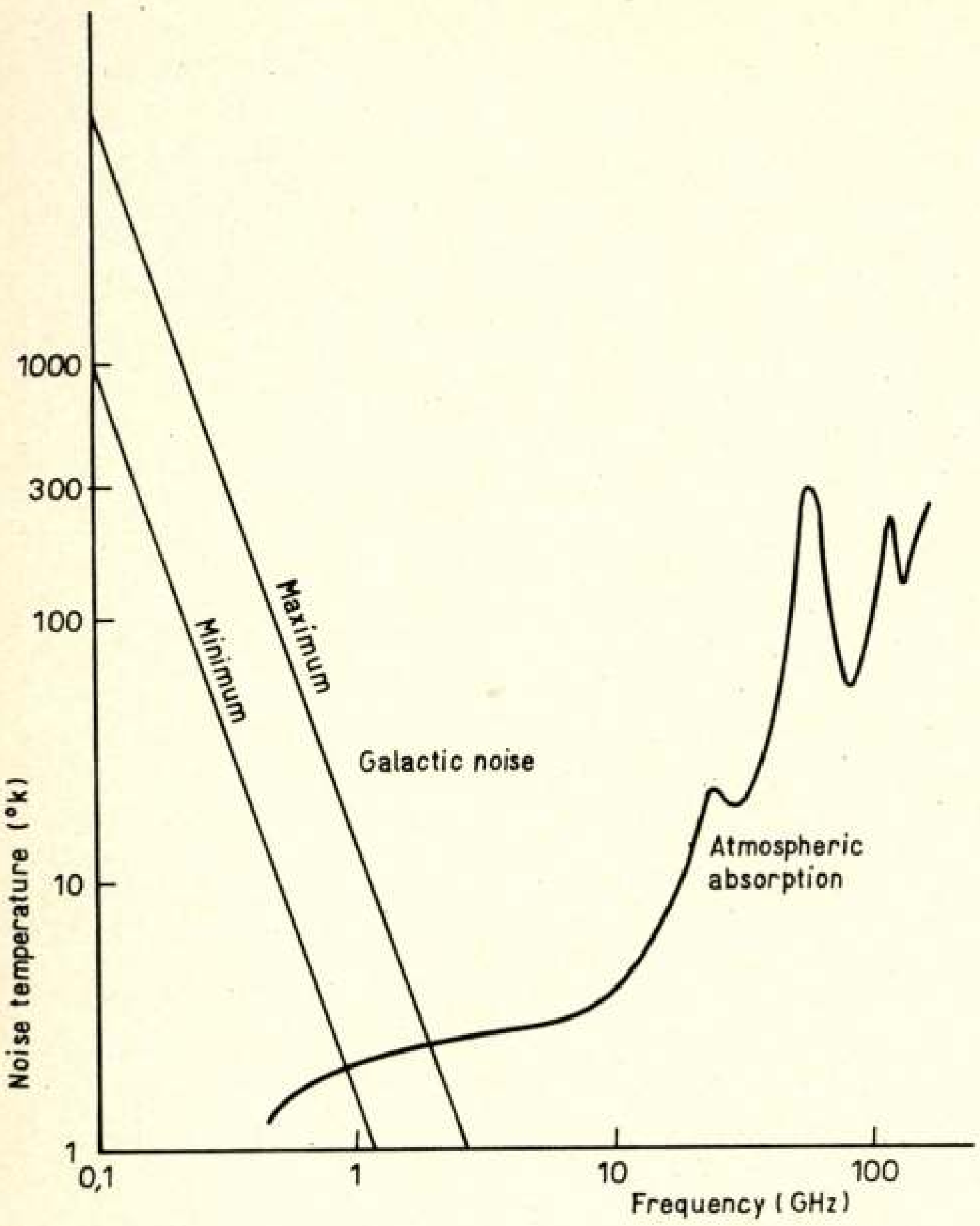


Fig. 1. Zenith sky temperature (water vapour content 7.5 g/m^3).

pattern should be very small so as to avoid interference with other sources of microwave radiation, in the sky or on the ground. Then, also the amount of ground noise, picked up by the antenna, is a minimum. As it is often desirable to satisfy these requirements at different frequency ranges, the antenna must be designed for broadband operation.

In space communications steerable paraboloidal reflectors (or their modifications) are nearly always used. Many texts are available on their design [1, ..., 12]. The previously mentioned high demands on those antennas, however, have stimulated the discovery of other types. It is interesting to note that some psychological factors creep into the design of antennas. Many designers are likely to choose one of their favorite building blocks to do the job at hand, thus avoiding the delay, risk and cost of developing new designs [29].

In the last few years, the state of development of those designs has been reviewed by various authors [1, 3, 17, 18, 24, 25]. The object of the present paper is to discuss the design considerations for the most frequently applied types of these antennas, to elucidate some points of view in modern design techniques and to review, briefly, the recent trends in this technique.

Cassegrainian arrangements

The *Cassegrainian antenna* system is frequently applied in space communications. This antenna is a modification of the *focal point fed mirror* (see Fig. 2a). The Cassegrainian system (see Fig. 2b), offers a better possibility to install the feed and its associated equipments behind the main reflector. Attempts to attain a high aperture efficiency [2]) using a Cassegrainian antenna are hindered by blockage of the radiation, coming from the main reflector, by the subreflector and its supporting construction, as well as by double spill-over (as indicated in Fig. 2b) from the subreflector and the main reflector. Kaiser [1] mentioned the capability of these antennas to approach the electrical performance of *horn-paraboloid antennas* [19]. This idea, however, is developed from the approach of Foldes and Komlos [2] for optimal design of a Cassegrainian antenna. They have considered the *offset* (*open*) *Cassegrainian system* as a modification of the horn-paraboloid antenna, with replacement of the horn construction by a hyperboloidal reflector (see Fig. 5). It has been assumed, further, that the Cassegrainian antenna is obtainable by rotation of this offset configuration around the main reflector axis. With the last assumption, the important phenomenon is neglected, that the level of the scattered radiation from a part of a paraboloid relative to the level of its main beam, is much smaller than the level of the scattered radiation from a paraboloid of revolution, having the same gain, relative to the level of its main beam [3, chapter 3]. Also is then neglected the blockage, caused by the subreflector and its supporting construction. The obtained high aperture efficiency in the design of Foldes and Komlos is caused by matching the subreflector to the near field of the feeding horn (this feeding horn is situated at the apex of the main reflector: for simplicity, we use the same name, feeding horn, for both transmitting and receiving antennas). This avoids gain reduction due to phase errors in the wavefront [3, p. 54]. Furthermore, a high efficiency is caused by using a small supporting construction for the subreflector. A big difference, however, is to be noticed between the aperture efficiencies at low and at high frequencies (e.g., at high frequency $\eta = 60\%$ and at low frequency $\eta = 80\%$). This difference is presumably caused by mechanical imperfections in the feeding horn as well as by gain reduction due to the surface roughness of the reflectors. Enlarging the size of this antenna does not yield the expected high aperture efficiency (at low frequency) because of:

i the increased blockage by the unavoidable relatively large size of the supporting construction and

ii the relatively small size of the primary horn feed as compared with the subreflector, together with their relatively great interspace, which spoil the near field matching characteristics.

The level of the scattered radiation between the main beam and the spill-over lobe of the main reflector (see Fig. 2b) appears to be in both situations (the small, as well as the large antennas) near the isotropic level. [3]) When the high-quality antennas, which will be mentioned later, are employed, the level of this radiation decays rapidly to the isotropic level near the main beam (see Fig. 10).

A further development of this technique led to the '*near field Cassegrainian*' *antenna* (see Fig. 3a). In this construction, the opening of the horn-paraboloid antenna is introduced at the apex of the main reflector in order to illuminate a *parabolic* subreflector by parallel rays (in the geometrical optics approximation). The size of the subreflector in this arrangement is smaller than the hyperboloid used in the conventional Casse-

[2]) The aperture efficiency η of an antenna is defined as the ratio of the actual antenna gain to the gain in the case that the field in the aperture has a uniform amplitude distribution.

[3]) The isotropic level is defined as the radiation level when the power, radiated by the antenna under consideration, is fed to an isotropic radiator.

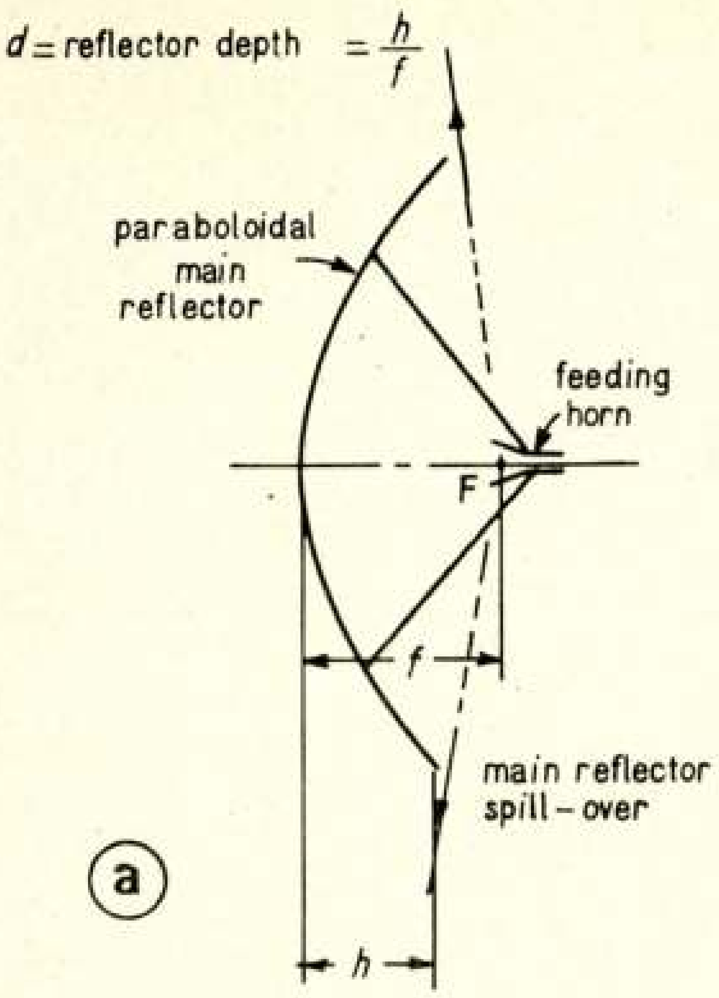


Fig. 2a. Focal-point horn feed.

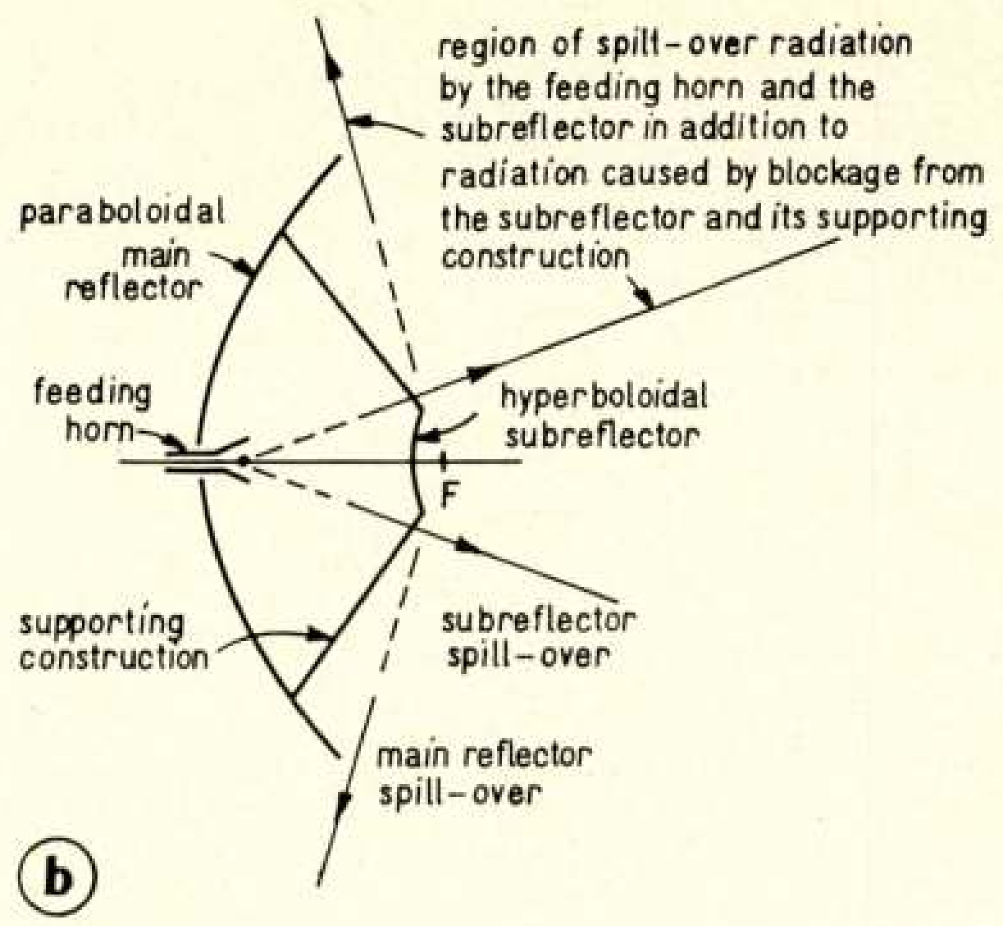


Fig. 2b. Cassegrainian arrangement.

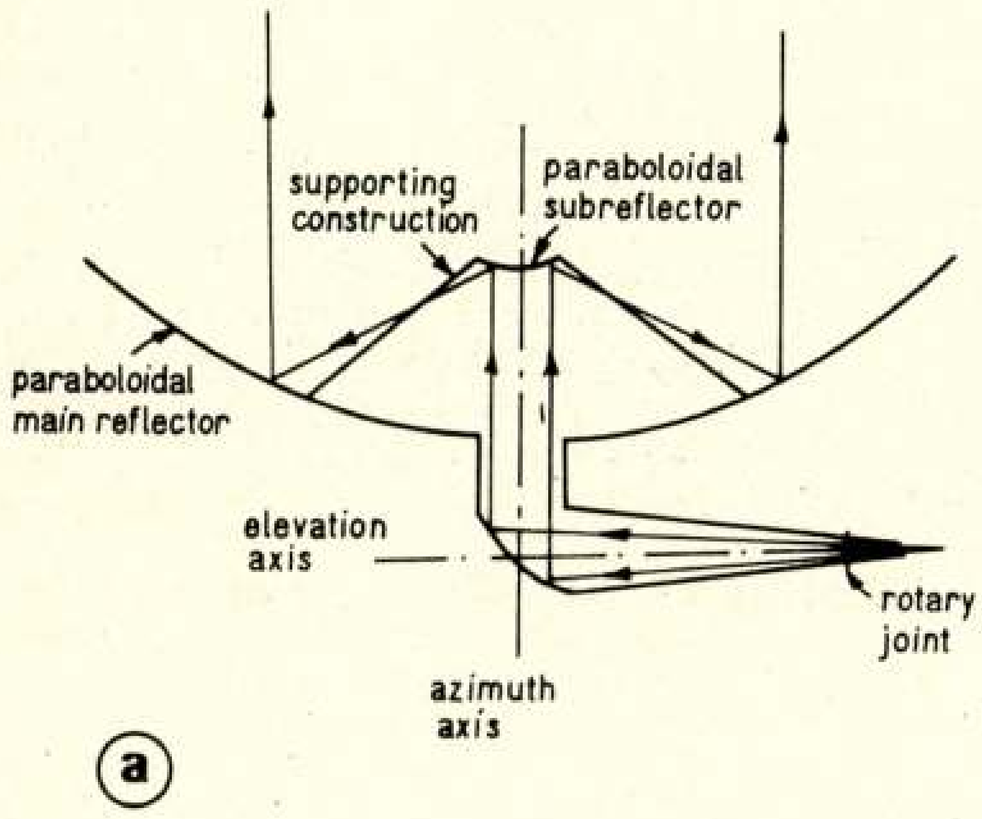


Fig. 3a. Near field Cassegrainian Antenna with horn-reflector feed.

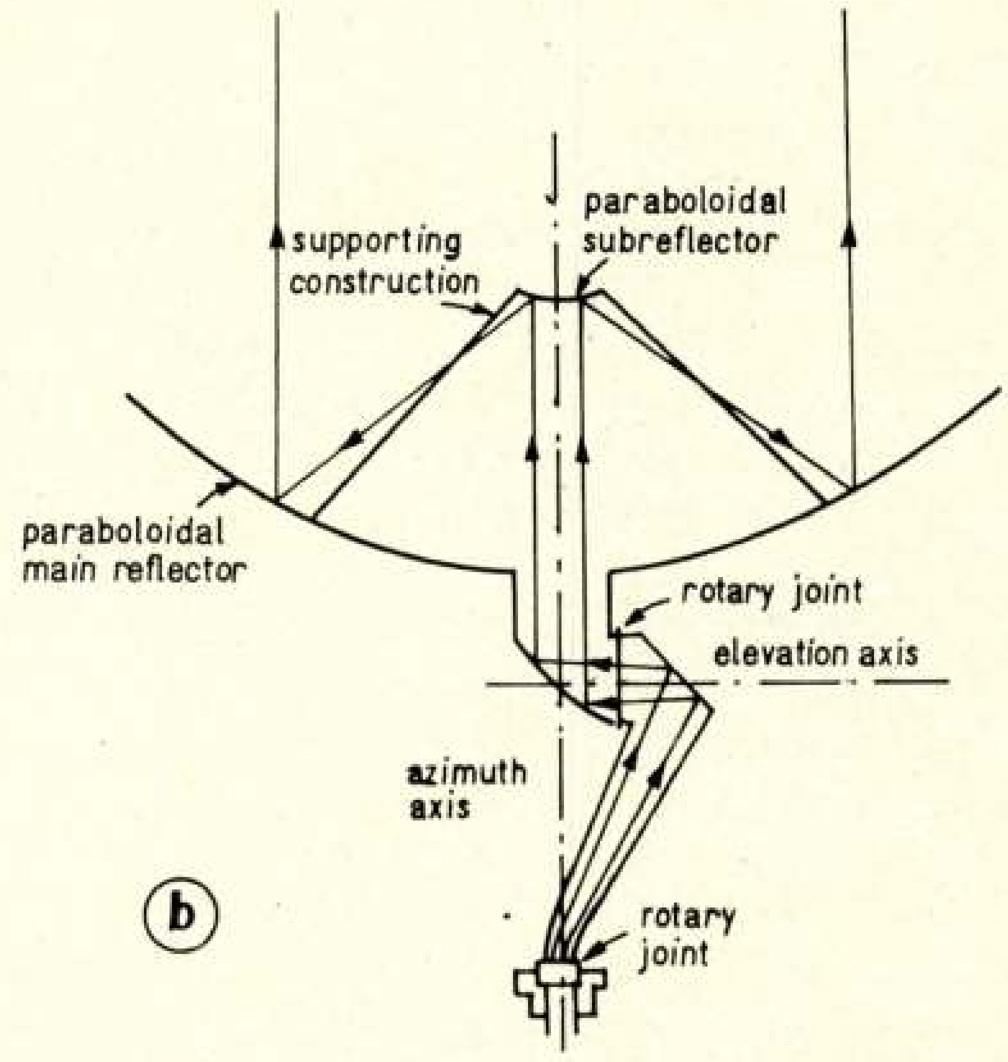


Fig. 3b. Near field Cassegrainian Antenna with folded-horn reflector feed.

grainian arrangements. As compared to the aforementioned Cassegrainian system, the near field Cassegrainian antenna has the advantage that a smaller part of the primary field coming from the primary feeding device in the form of a collimated beam (as long as the field in the feeding horn can be assumed to be in the dominant mode) is radiated directly into the space beyond the subreflector.

A further modification of this arrangement will be introduced shortly [12] in a new antenna system at Raisting (Western Germany) (see Fig. 3b). The construction of this antenna will be completed in 1969. The arrangement enables the designer to place the transmitting and receiving equipments in a room outside the rotatable parts of the antenna construction. The feeding horn shows two angled bends and two rotary joints, which are inserted in order to admit antenna movements in both the azimuthal and elevational directions. The complexity of this construction leads to a reduction in both the antenna gain and the frequency bandwidth. At the moment, only a few gain measurements have been performed with the aid of a scaled model operating at a single frequency [12]. These experiments showed a decrease of the gain, as compared to that of the normal horn feeder, of approximately 0.3 dB. The discontinuities in the horn (bends and joints), will convert power to higher modes. This causes a departure from the collimated beam picture mentioned before; the disagreement with that idealized state will be essentially frequency-dependent. Thus, an excess of scattered radiation not hitting the subreflector arises. This phenomenon can be recognized directly from the measurements of Giger and Turrin [23, p. 1242-1243]. In these measured patterns the lateral radiation level increases progressively with an increase of the number of bends. This lateral radiation can only be explained as a consequence of higher modes in the horn, generated by the discontinuities. Butterweck and De Ronde [13, p. 97] determined this mode conversion when plane reflectors are used in bends in overmoded rectangular waveguides. They have measured an excessive loss of several decibels for an E-plane angle. For an H-plane angle, however, the loss appeared to be smaller (0.4 dB). From these considerations, it can be concluded that the simplification in construction, obtained by placing the transmitting and receiving equipments

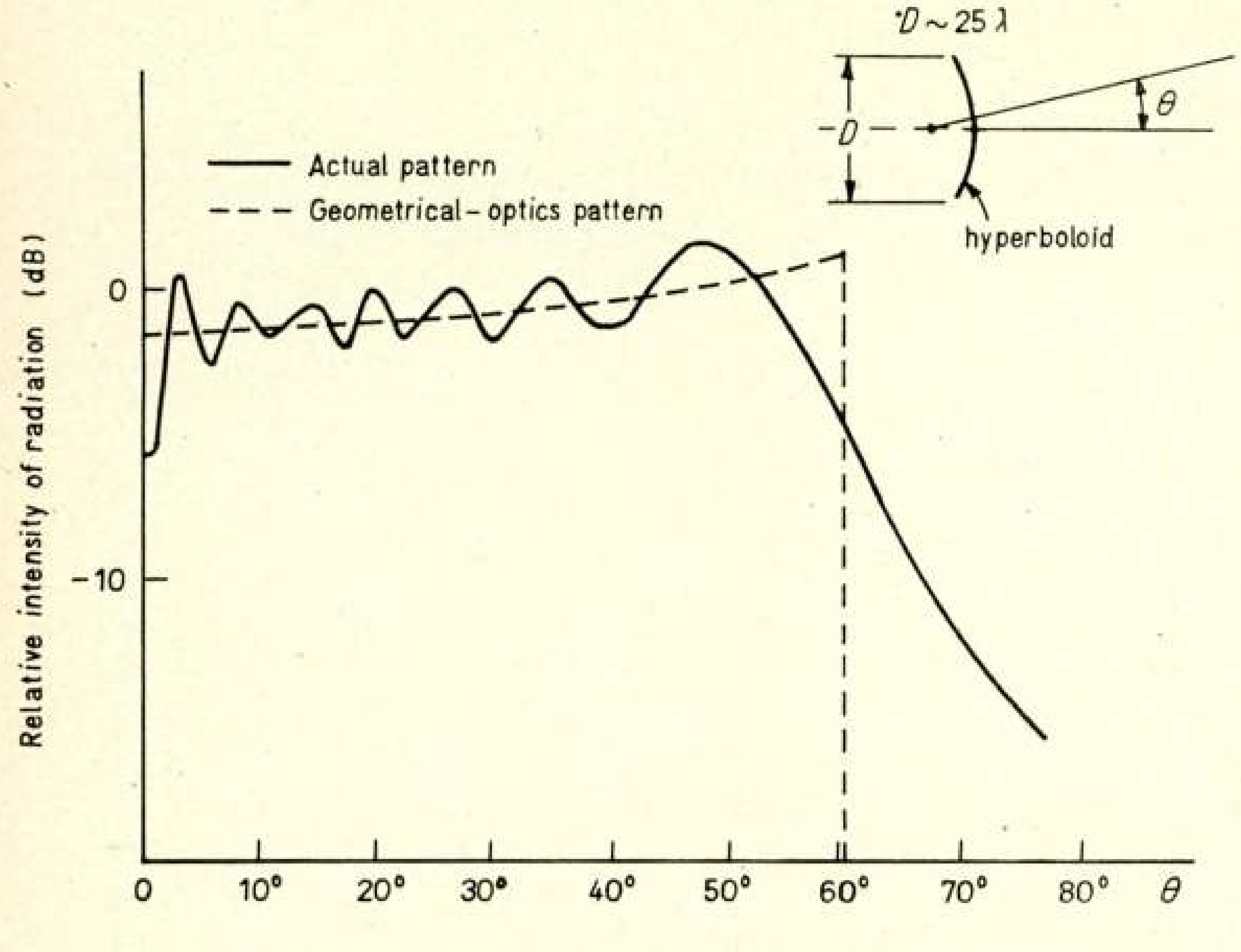


Fig. 4. Comparison between the actual pattern and the geometrical-optics pattern of a hyperboloidal reflector.

in a fixed room is paid for with a deterioration in the electrical performance.

Both systems (shown in Figs. 3a and 3b) suffer from blockage caused by the subreflector and, which appears to be much more important, by its supporting construction. Hence, the performance regarding blockage is nearly the same in both systems. Another disadvantage of the near field Cassegrainian system is the difficulty of matching the subreflector surface to the wavefront, in the Fresnel zone of the feeding horn [14]. The aperture efficiency (cf. the definition in the second footnote) of those arrangements (shown in Figs. 3a and 3b) is approximately 50% [11].

'*Dual shaping*' of the main and subreflectors, a notion originally introduced by Williams [6], is now widely applied in the design of these antennas [6, 7, 9]. It consists of determining, with the aid of a computer, adequate shapes (mostly different from the familiar paraboloid and hyperboloid) for both reflectors such that a given radiation pattern from the primary feeding horn yields a uniform (in phase and amplitude) field distribution in the antenna aperture. The method is based on 'ray tracing' (an approximation akin to geometrical optics) of the radiation emerging from the feeding horn as it is reflected by both reflectors. This attractive technique has hardly been able to increase the aperture efficiency of the whole system because of the following reasons:

i blockage is mainly caused by the unavoidable subreflector supporting construction;

ii diffraction affects the radiation from the subreflector (as directed to the main reflector) and therefore the assumed approximations of geometrical optics, especially near the reflector edge do not hold. This effect is illustrated in Fig. 4. However, the ringshaped surface near the reflector rim which receives the smaller radiation is much greater than the surface of a ring of equal width near the axis. Therefore, the actual values of attainable efficiency are considerably less than the preassumed values, obtained from geometrical optics.

Because of this, the designer of a Cassegrainian antenna can attain an aperture efficiency, for large installations, which is only slightly more than 60% [9, 10]. The attempt of directing most of the spill-over radiation (around the subreflector rim) to the 'cold' sky in order to reduce the system noise temperature is not helpful when space vehicles are tracked at low elevation angles. In this situation, both the spill-over radiation around the subreflector and that around the main reflector becomes directed to the earth. As the earth has a high equivalent noise temperature, this leads to an increase of noise.

The open Cassegrainian and the horn-reflector antennas

Antenna arrangements, which have high quality radiation patterns through avoiding blockage and through minimizing the spill-over radiation, are attractive to apply in space communications. Their design has the attention of researches all over the world. The first requirement (of less blockage) has been fulfilled by following the suggestion of using a so-called *open Cassegrainian antenna* [15] (see also Fig. 5).

The open Cassegrainian arrangement has a main reflector in the shape of a part of a paraboloid not including the apex. The subreflector can be kept out of the collimated beam, coming from the main reflector, in order to avoid aperture blocking. This system suffers, however, from high level of spill-over radiation near the boundaries of both the subreflector and the main reflector. This spill-over radiation is enhanced by the small feed angles (see Fig. 5) of both reflectors [3, chapter 3]. Moreover, the mechanical construction, as proposed in [15], is complicated and difficult to realize for very large installations.

The *horn-reflector antenna* (see Fig. 6) is a well-known device with a high gain ($\eta \approx 80\%$), a low noise and a wide frequency bandwidth [19]. Aperture blockage by a feed or by supporting constructions is completely avoided in this arrangement. Horn-reflector antennas have shown excellent performance when applied in the ground stations of Andover (U.S.A.) and Pleumeur-Bodou (France) (in these stations, the noise contribution from the used maser amplifier is ≈ 4 °K). The aperture diameter of those antennas is nearly 20 m; the feeding horn, however, is nearly 28 m long. This huge construction requires a protecting radome, a.o. to eliminate wind forces and to avoid complications with snow, ice and rain. The protecting radome produces a serious deterioration of the electrical performance during wet

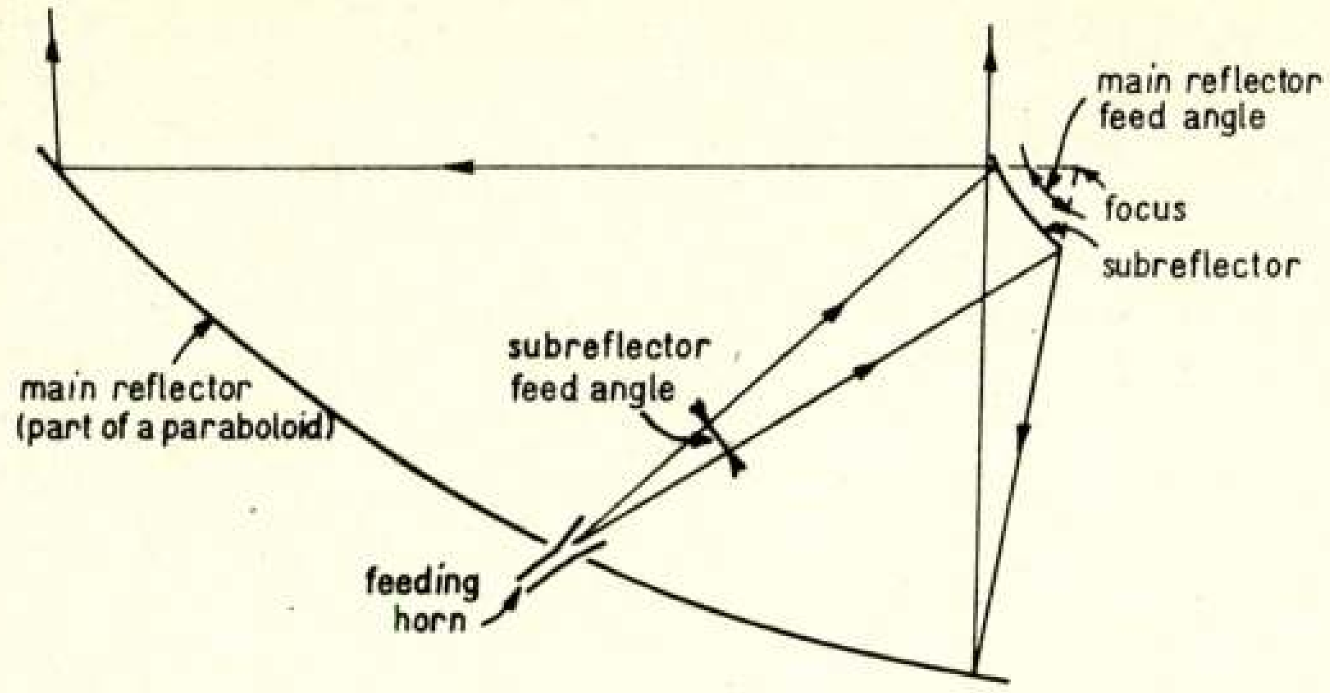


Fig. 5. Open Cassegrainian arrangement.

weather circumstances, as a water layer then spreads on the radome surface [16].

An attempt to reduce the size of this antenna is made by the application of folds in the long feeding horn [23]. The influence of these folds on the electric performance has been discussed in the previous section. The loss in gain, due to a triple fold in the feeding horn, is (at a single frequency) measured by Giger and Turrin [23]; this amounts to 1 dB. Another value of 1.5 dB has been measured by Trentini, Romeiser and Reitzig [12] for a fourfold angled horn.

An alternative modification is introduced by replacing the long feeding horn by a hyperboloidal reflector and using a small feeding horn, as shown in Fig. 7. The construction is called a *Casshorn antenna* [20]. This antenna has been constructed by different firms in the U.S.A. [21, 22]. One of these Casshorns (42 ft in diameter), has been built by 'Page Communications Engineers, Inc.'. This antenna is tested in co-operation with COMSAT in Andover (May 1967). The size of such an antenna is much smaller than that of a comparable horn-paraboloid. High levels of spill-over radiation, which occur when using open-Cassegrainian antennas, are avoided, in the Casshorn, by introducing a lateral plate construction to connect the hyperboloidal reflector to the main paraboloidal reflector. This cage-shaped configuration has an increased reflector stiffness and leads to less complexity in the design of the backing structures for the reflectors. It also requires a reduced power of the driving machinery and needs a less complicated servo system [21].

A paraboloidal-plane reflector antenna

The optimal configurations of a Casshorn antenna (which is introduced as a modification of the horn-paraboloid), regarding minimization of the spill-over and the scattered radiation, are the so-called *paraboloid-plane reflector antenna* [3, 4] (Fig. 8) and, in particular, the *offset paraboloid-plane reflector antenna* [5] (Fig. 9). Measurements on a model of the first type with an aperture diameter of 3 m have been performed in Dr. Neher Laboratory of the Dutch PTT. The aperture efficiency is more than 70% and the level of the scattered radiation is less than that of scattered radiation from a horn-paraboloid antenna of the same aperture size. In Fig. 10, a comparison is shown between the radiation pattern, in the horizontal plane, of the offset construction with the attainable scattered radiation from a Casshorn antenna having a five times larger aperture [21]. This small scattered radiation from the offset paraboloid-plane reflector antenna (high resolution) is of great aid to the solution of interference problems. Similar to the Casshorn, the paraboloid-plane reflector antenna has a cage shape; many advantages of such a cage construction are mentioned in the previous section.

A thorough, well-considered design of the feeding device for non-offset antennas of this type (Fig. 8) can increase the efficiency even to values above 80%. This efficiency, however, is easily attainable [5] when the offset configuration (Fig. 9) is employed. An efficiency of 80% makes it possible for satellite ground-

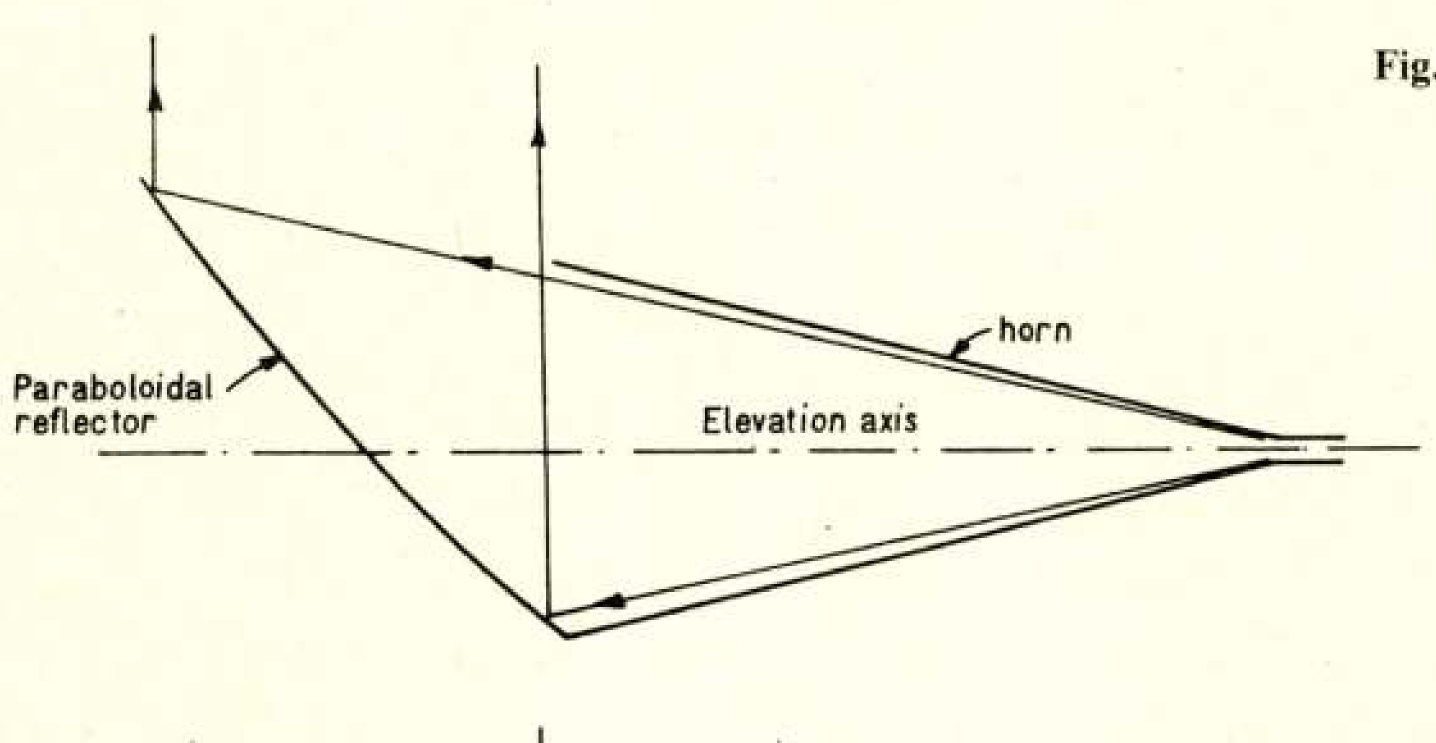


Fig. 6. The Horn-Paraboloid Antenna.

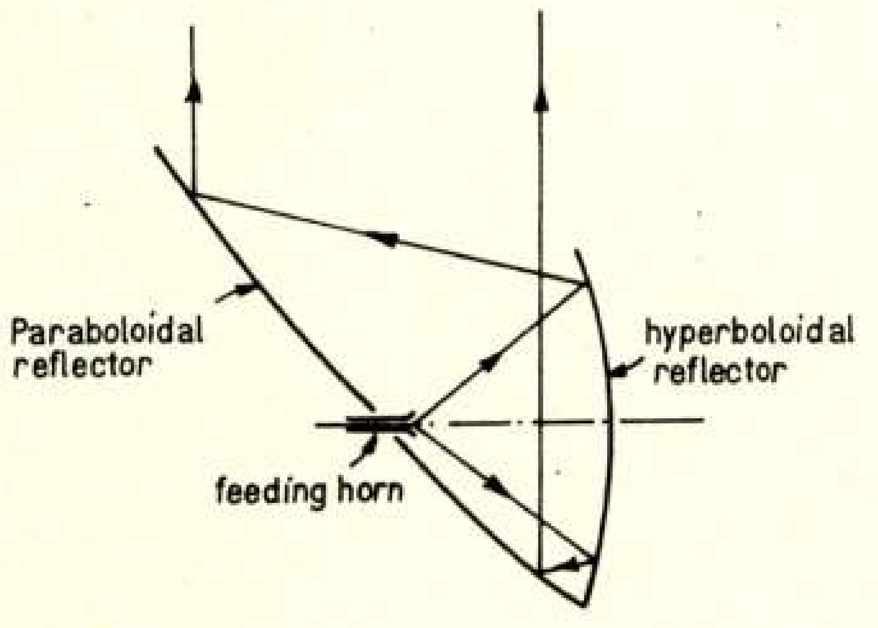


Fig. 7. The Casshorn Antenna.

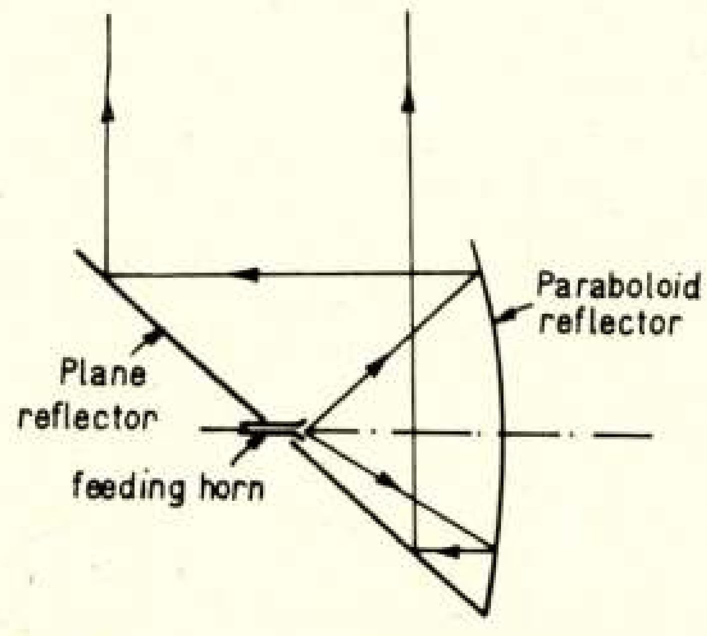


Fig. 8. The Paraboloid-Plane Reflector Antenna.

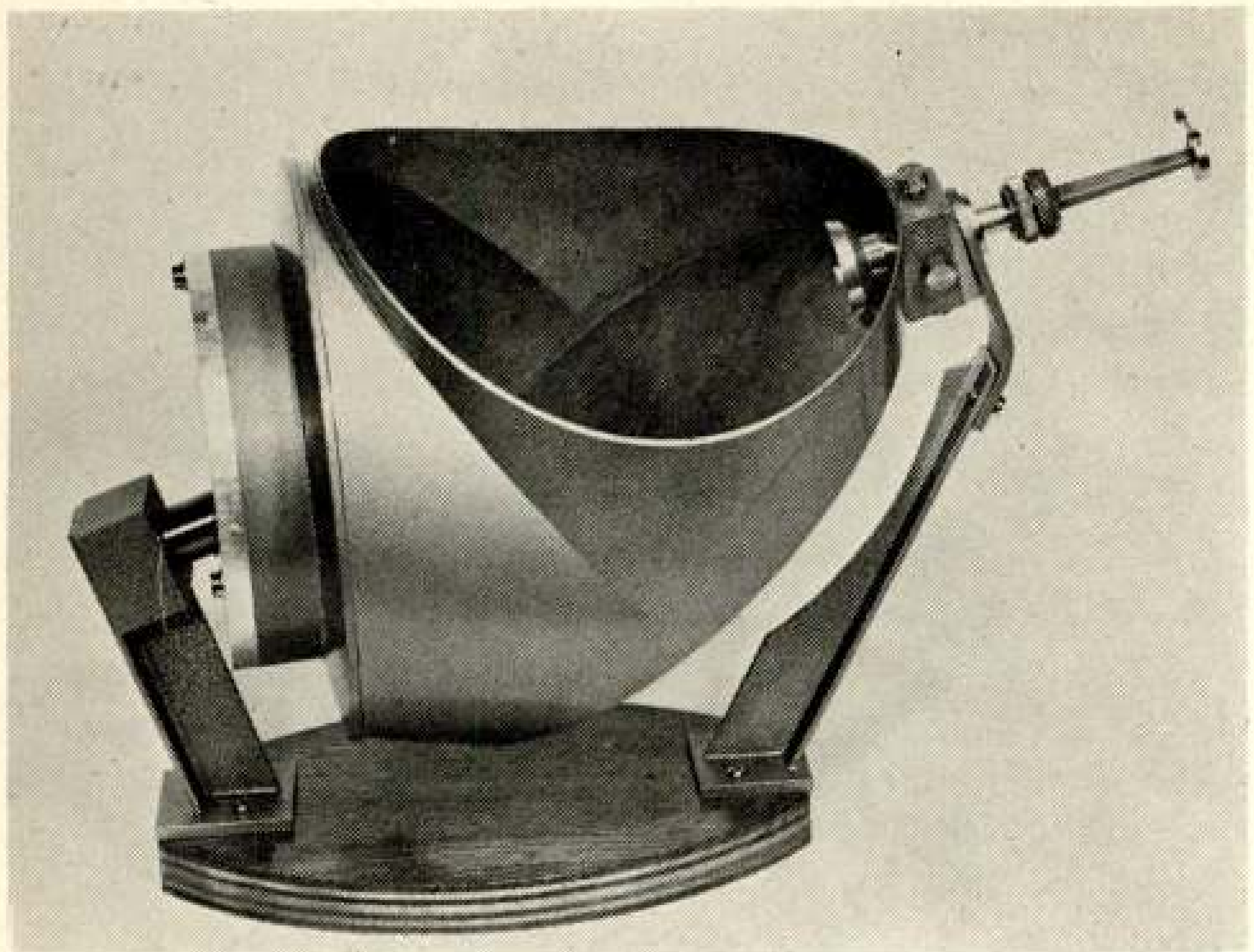


Fig. 9. The Offset Paraboloid-Plane Reflector Antenna.

stations to achieve a satisfactory performance when an antenna, of the offset type, of only 20 m aperture is used. This size is calculated with a requirement for a figure of merit[4]) of 40.8 dB at a frequency of 4 GHz. It is thereby assumed, that a wide frequency band cooled parametric amplifier with an equivalent noise temperature of 18 °K is used in the receiving device. Additional values, taken into account in this design are:

antenna gain ($\eta \approx 80\%$)	57.5 dB
amplifier noise	18 °K
earth noise (at 10° elevation angle)	<4 °K
dissipative loss	11 °K
sky noise (at 10° elevation angle)	13.5 °K
total noise	46.5 °K

The total noise temperature is nearly 16.7 dB with respect to 1 °K; subtracting this figure from the antenna gain yields the mentioned figure of merit (40.8 dB) of the whole system.

Considerations for the mechanical construction and for the estimation of costs

Constructional considerations for these large antennas have been studied in detail by Hoerner [26]. Considering the rigidity of such a configuration, it is preferable to have an octahedral shape for the moving part (see Fig. 11). When single reflector antennas are used (Fig. 2), a counterweight is essential to balance the octahedron, while in the constructions giving high quality radiation patterns (as those shown in Figs. 7, 8 en 9), the octahedron can include the cage of the antenna itself, without need for a balancing counterweight. The ratio of the aperture diameter of the antenna to the distance between the two main supports (d of Fig. 11) is nearly unity for the latter antenna constructions, which ensures more rigidity [26].

When using the formulae, given in reference 26, the total weight of the moving part for a 20-m antenna of the type shown in Fig. 9 is estimated to be nearly 20 tons. The weight of the moving parts of a 27.5-m reflector of the Cassegrainian type (such an antenna can yield the same figure of merit as that 20-m antenna) is of the same order. This is the weight of the moving construction without consideration of counterweights (the given value is an estimate with an accuracy of $\pm$ 30%; some constructions, however, are much heavier [27] because of applying a much higher factor of safety in the design).

To give an idea about the price of those constructions we make use of the information given in [28, p. 281]. The price of a Cassegrainian antenna (85 ft in diameter), including the driving system, is 600 000 dollars (without transportation costs). The price of the required transmitter, receiver, feeding system, optical systems, diplexer, servo electronics and other important components of a satellite ground station, disregarding further communication systems, antenna foundation and installation of monitor equipments, is 1 000 000 dollars. This means that the price of the auxiliary equipment for such a big antenna is nearly twice the price of the antenna itself (including the driving system). The price of the driving system is nearly half the 'pure' antenna cost. It can therefore be concluded that the price of the antenna construction is nearly one sixth of the total cost of the whole station. Consequently, when choosing the antenna type, the price considerations are not the most important factors. As has been mentioned previously, the advanced antenna types, yielding a high-quality performance, are smaller in size and have more favourable mechanical characteristics than the convential types (e.g., the 20-m offset paraboloid-plane re-

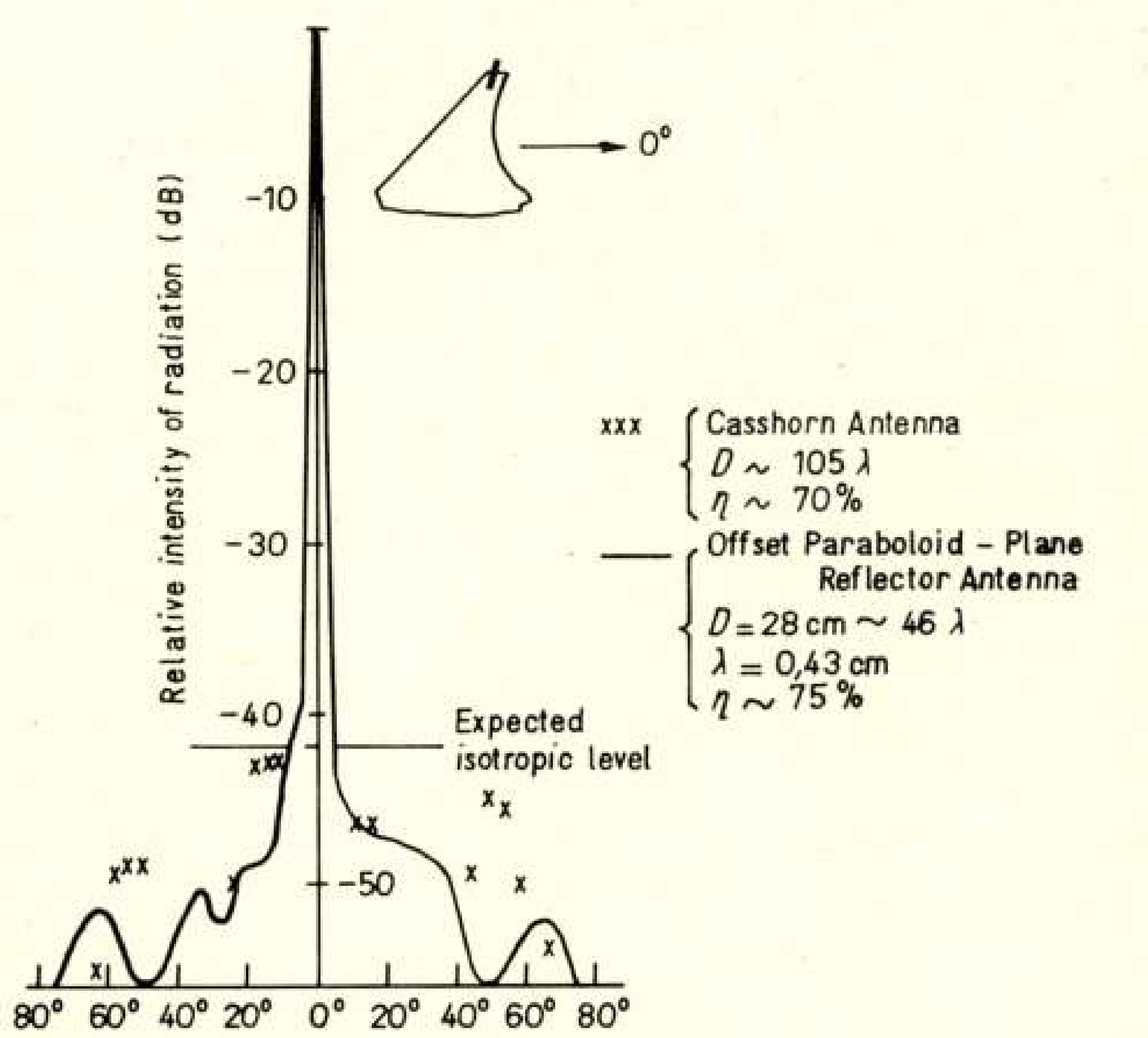


Fig. 10. Horizontal plane radiation patterns, with vertical polarization.

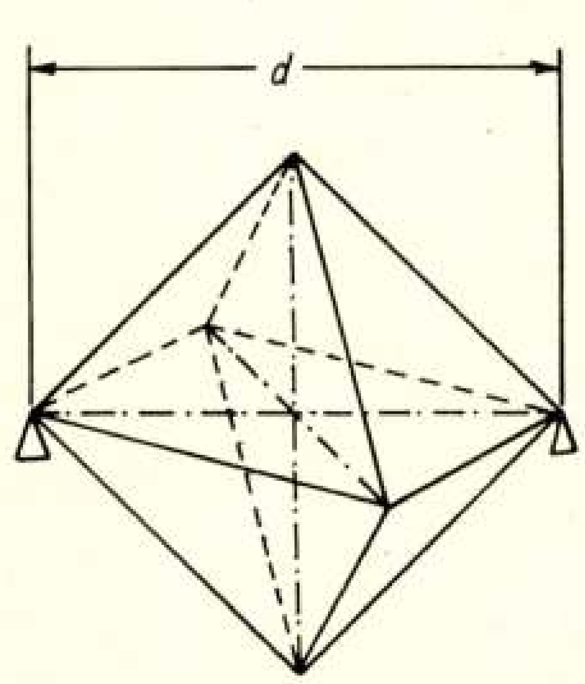


Fig. 11. The octahedral configuration.

[4]) The figure of merit is defined as $10 \cdot {}^{10}\log G/T$, where G is the reflector power gain and T is the total equivalent temperature for the noise power at the antenna terminal.

flector antenna yields, at low elevation angles, the same figure of merit as a 27.5-m Cassegrainian antenna; the total weight of the former is much smaller than that of the latter). Hence, it is to be expected that the price of the high-quality antenna is less than the price of the equivalent Cassegrainian system. The price of a Cassegrainian antenna (including its driving system) is given approximately by the formula [28, p. 278]: Antenna cost (in dollars) = $5 \times (\text{diameter in ft})^{2.7}$

Acknowledgements

The author is grateful to Prof. dr. ir. J. P. Schouten for his fruitful interesting discussions and to Dr. ir. H. J. Frankena for the revision of the manuscript.

References

[1] KAISER, R. L., 'How the advent of satellites has influenced the design of microwave antennas', Centre National de la Recherche Scientifique, 15, Quai Anatole France, Paris VIIe; Commande enregistrée au C.N.R.S. sous le No. 17534, Art. 4, 1967.

[2] FOLDES, P. and S. C. KOMLOS, 'Theoretical and experimental study of wideband paraboloid antennas with central reflector feed', RCA Review, vol. XXI, nr. 1, p. 94, March 1960.

[3] AFIFI, M. S., 'Scattered radiation from microwave antennas and the design of a paraboloid-plane reflector antenna', Thesis, T.H. Delft, Waltman Delft, July 1967.

[4] AFIFI, M. S., 'Minimization of scattered radiation from microwave antennas', Instn. Elect. Engrs. Conf. Publ., 39, pp. 8–17, April 1968.

[5] AFIFI, M. S., 'Optimum configuration for a paraboloid-plane reflector antenna', not published; a summary is given in the symposium digest of the International Antenna and Propagation Symposium, Boston, 9–12 September 1968.

[6] WILLIAMS, F. W., 'High efficiency antenna reflector', Microwave Journal, p. 79, July 1965.

[7] POTTER, P. D., 'Application of spherical wave theory to Cassegrainian-fed paraboloids', IEEE Transactions, *AP-15*, No. 6, November 1967.

[8] RUSCH, W. V. T., 'Scattering from hyperboloidal reflector in a Cassegrainian feed system', IEEE Transactions, *AP-11*, pp. 414–421, July 1963.

[9] DIJK, J., M. JEUKEN and E. J. MAANDERS, 'Blocking and diffraction in cassegrain antenna systems', *De Ingenieur*, Jaargang 80, nr. 27, 5 juli 1968.

[10] FOLDES, P., et al., 'A Cassegrainian feed for wideband satellite communications', RCA Review, September 1965.

[11] HOGG, D. C. and R. A. SEMPLAK, 'An experimental study of near-field Cassegrainian antennas', Bell Syst. Techn. J., **43**, 6, 1964.

[12] TRENTINI, G. V., ROMEISER, K. P. and REITZIG, R., 'Aenderungs- und Verbesserungsmöglichkeiten im Aufbau grosser Cassegrain-Antennen mit Hornparabolspeisung', Frequenz, **22**, no. 7, pp. 201–205, 1968.

[13] BUTTERWECK, H. J. and F. C. DE RONDE, 'Oversized rectangular waveguide components for millimetre waves', Philips Technical Review, **29**, 3/4, pp. 86–101, 1968.

[14] TRENTINI, G. V., K. P. ROMEISER and W. JATSCH, 'Dimensionierung und elektrische Eigenschaften der 25 m-Antenne der Erdefunkstelle Raisting für Nachrichtenverbindungen über Satelliten', Frequenz, Bd. 19, nr. 12, 1965.

[15] COOK, J. S., E. M. ELAM and H. ZUCKER, 'The open Cassegrain antenna, Part I. Electromagnetic design and analysis', Bell Syst. Tech. J., **44**, 7, pp. 1229–1300, September 1965.

[16] GIGER, A. J., '4-GHz transmission degradation due to rain at the Andover, Maine, Satellite station', Bell Syst. Tech. J., **44**, 7, pp. 1528–1533, September 1965.

[17] HUTCHINSON, G. L., 'A review of microwave problems in the design of large steerable aerials', Instn. Elect. Engrs. Publ., **21**, a review paper, June 1966.

[18] SHINN, D. H., 'Earth terminal aerials for satellite communication systems', Point to point commun., **10**, nr. 2, 1966.

[19] HINES, J. N., T. LI and R. H. TURRIN, 'The electrical characteristics of conical horn-reflector antenna', Bell Syst. Tech. J., pp. 1185–1211, July 1963.

[20] JONES, S. R. and K. S. KELLEHER, 'A new low noise, high gain antenna', IEEE Int. Convention Rec. I, pp. 11–17, 1963.

[21] LA FOND, C. D., 'Unique low noise antenna developed', Missiles and Rockets, June 21, pp. 24–25, 1965.

[22] HIBBEN, R. D., 'Page to market economy COMSAT station', Aviation week and space technology, p. 48, June 7, 1965.

[23] GIGER, A. J. and R. H. TURRIN, 'The triply-folded horn-reflector: A compact ground-station antenna design for satellite communications', Bell Syst. Tech. J., pp. 1229–1253, Sept. 1965.

[24] KÜHNE, H. D., 'Eine Neuartige Satelliten-Bodenstation, die SAFE-Antenna', Nachrichtentechnische Fachberichte, Beihefte der NTZ, Band 32, 1967.

[25] TRENTINI, G. V., 'Antennen von Bodenstationen für Nachrichtenübertragung über Satelliten', ibid. p. 34.

[26] HOERNER, S. V., 'Design of large steerable antennas', The Astronomical Journal, vol. 72, no. 1, February 1967.

[27] SAMUEL, I. J., 'The Chilbolton steerable aerial', AEI Engineering (Associated Electrical Industries Limited), vol. 7, no. 1, 1967.

[28] VICTOR, W. K., 'Ground equipment for satellite communication', Space Radio Communication, URSI Symposium, Paris 1961, edited by G. M. Brown, Elsevier Publishing Company, Amsterdam-New York-London, 1962.

[29] TURNER, E. M., 'Antennas in perspective', The Microwave Journal, p. 33, December 1968.

061.6:621.39

URSI-Onderwerpen [1])

Doel en structuur van de Internationale Wetenschappelijke Radio Unie [2])

door dr. F. L. H. M. Stumpers, Natuurkundig Laboratorium, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven



Summary: *The International Union of Radio Science, its aims, its structure.*
The aims of the International Union of Radio Science (U.R.S.I.) are discussed and also the methods by which the Union tries to reach these aims. The structure: member countries, Executive Committee, Board of Officers is given. U.R.S.I.-Publications are mentioned. Some details of the history of the Union are sketched.

1. Doel

Het doel van de Internationale Wetenschappelijke Radio Unie[3]) is:

- het bevorderen van wetenschappelijke studies die betrekking hebben op radiocommunicatie;
- het stimuleren en organiseren van wetenschappelijke radio-onderzoekingen, waarvoor internationale samenwerking nodig is, en het aanmoedigen van de bespreking en publikatie van de resultaten hiervan;
- het vergemakkelijken van overeenstemming over gemeenschappelijke meetmethoden en de standaardisatie van meetinstrumenten.

2. Structuur

De administratie van de Unie en de organisatie van het werk zijn toevertrouwd aan een gekozen Raad van Bestuur, die handelt in overeenstemming met algemene richtlijnen, aangegeven door het Executieve Comité. De Nationale Comités van de bijna 40 lidlanden wijzen elk één lid van dit comité aan.

In Europa zijn alle landen lid, behalve Roemenië, Bulgarije, Griekenland en Turkije. De Verenigde Staten, Canada, Mexico, Brazilië, Peru en Argentinië vertegenwoordigen Noord- en Zuid-Amerika. Verder zijn lid Australië, China, Ghana, India, Israël, Kenya, Marocco, Nieuw-Zeeland, Nigeria en Zuid-Afrika. Met Egypte wordt nog onderhandeld.

In het algemeen wordt een land lid op voorstel van de Nationale Academie, die de verantwoordelijkheid voor de samenstelling van het Nationale Comité draagt. In Nederland is deze verantwoordelijkheid destijds (in 1922) door de Koninklijke Akademie overgedragen aan het Nederlands Radiogenootschap (nu NERG).

In het Executieve Comité hebben de landen 5, 4, 3, 2 of 1 stemmen naar gelang van de bijdrage, die ze in overeenstemming met het belang van het wetenschappelijk radio-onderzoek in hun land, naar eigen inzicht aan de Unie menen te moeten geven. De Verenigde Staten en de Sowjet-Unie behoren tot de categorie met 5 stemmen, België en Nederland tot de categorie met 3 stemmen.

Het Executieve Comité komt eens per drie jaar bijeen in de zogenaamde Algemene Vergadering. Sinds 1950 zijn deze bijeenkomsten afwisselend in en buiten Europa gehouden: 1950 Zurich, 1952 Sydney, 1954 Den Haag, 1957 Boulder, 1960 Londen, 1963 Tokyo, 1966 München, 1969 Ottawa.

Het Executieve Comité kiest dus het Bestuur, in de eerste plaats de president, en verder 4 vice-presidenten. De president wordt voor 3 jaar gekozen en is tegenwoordig daarna niet herkiesbaar. Wel blijft hij na zijn ambtsperiode nog 3 jaar lid van het Bestuur. De vice-presidenten, die eveneens voor 3 jaar gekozen worden, zijn eenmaal herkiesbaar. Bovendien maakt een penningmeester deel uit van het Bestuur. De Unie heeft een eigen secretariaat, onder leiding van een secretaris-generaal, die in Brussel zijn kantoor heeft.

Op het ogenblik is professor Silver (Berkeley) president, professor Koga (Tokyo) was de vorige president; vice-presidenten zijn professor Beynon (Cardiff), professor Boella (Turijn), professor Dieminger (Lindau-Harz) en professor Groszkowski (Warschau). Professor Manneback (Brussel) is penningmeester. In verband met het overlijden van Colonel Ing. Herbays, jarenlang secretaris-generaal, is vorig jaar Dr. Minnis secretaris-generaal a.i. geworden. Het Executieve Comité benoemt verder ere-presidenten. Dit is een honoraire bestuursfunctie voor personen, die zich buitengewoon verdienstelijk voor de Unie hebben gemaakt. Op het ogenblik zijn de heren Decaux, Ratcliffe en Dr. Smith-Rose ere-president.

Voor het wetenschappelijk onderzoek is de Unie onderverdeeld in acht Commissies, waarvan de voorzitters en vice-voorzitters door het Executieve Comité worden benoemd. Sinds 1966 behoudt een commissie haar voorzitter slechts drie jaar, waarna de vice-voorzitter hem automatisch opvolgt. De acht Commissies zijn:

Commissie I:	Radio-meetmethoden en hun ijking. Voorzitter Dr. Essen, Vice-voorzitter Dr. Zhabotinsky.
Commissie II:	Radio- en niet-geïoniseerde media. Voorzitter Dr. Saxton, Vice-voorzitter Prof. Gordon.
Commissie III:	De ionosfeer. Voorzitter Prof. Hines, Vice-voorzitter Prof. Rawer.
Commissie IV:	De magnetosfeer. Voorzitter Prof. Booker, Vice-voorzitter Prof. Dungey.
Commissie V:	Radio-astronomie. Voorzitter Dr. Blum, Vice-voorzitter Prof. Muller.

---

[1]) Voordrachten gehouden tijdens de 199e werkvergadering van het NERG op 22 november 1968 te Eindhoven.

[2]) Manuscript ontvangen 17 januari 1969.

[3]) Union Radio Scientifique Internationale, U.R.S.I.

Commissie VI: Radiogolven en netwerken. Voorzitter Dr. Stumpers, Vice-voorzitter Prof. Barlow.
Commissie VII: Radio-elektronica. Voorzitter Prof. Grivet, Vice-voorzitter Prof. Chodorow.
Commissie VIII: Radioruis van aardse oorsprong. Voorzitter Mr. Horner, Vice-voorzitter Prof. Rivault.

3. Werkwijze

De Commissies bereiden programma's van onderzoek voor, studies en experimenten in het hun toegewezen veld. Zij onderzoeken de daarbij verkregen resultaten en bereiden rapporten en conclusies voor, die aan de Algemene Vergadering worden voorgelegd. Zij organiseren wetenschappelijke zittingen tijdens de Algemene Vergadering en brengen daarover verslag uit. Zij ontwerpen resoluties en aanbevelingen, en ook antwoorden op vragen van C.C.I.R.[4]) en andere soortgelijke organisaties. Zij organiseren symposia en bereiden de wetenschappelijke publikatie van de daar verkregen resultaten voor. Zij werken aan een standaard-terminologie en aan experimentele methoden; zij stellen fysische constanten vast, enz.

Het werk in iedere Commissie wordt gesteund door het werk in Nationale Comités. Voor het onderhouden van het contact met de internationale voorzitter wijst elk land een officieel lid van de Commissie aan. Vóór iedere Algemene Vergadering brengt ieder Nationaal Comité rapport uit over wetenschappelijk werk in dat land en in het kader van de U.R.S.I. gedaan.

Op de Algemene Vergadering komen onderzoekers uit tal van landen bijeen, om ervaringen uit te wisselen, maar ook om overzichtsvoordrachten te beluisteren over alle vakgebieden, waarin de U.R.S.I.werkt. Men tracht in het programma verschillende Commissies bijeen te brengen, die eenzelfde onderwerp van alle kanten belichten. Zo zal een van de zittingen van de Algemene Vergadering te Ottawa in 1969 gewijd zijn aan: 'Het onderzoek van de atmosfeer met behulp van elektromagnetische golven'. Aan dit onderwerp zullen alle Commissies een bijdrage leveren. De Commissies I, V en VIII werken samen aan 'Ruismetingen'. De Commissies I en VII aan 'Frequentieijking en quanten-elektronica'. De Commissies II en VI aan 'Propagatie op frequenties boven 10 GHz'. De Commissies III, VI en VII aan 'Plasma-resonanties'. VI en VII aan 'Elektronische rekenmachines in de radiowetenschap'. Zo is er nog veel meer.

Ook in één enkele Commissie vindt men een rijke keus aan onderwerpen. Zo worden in Commissie VI naast elkaar onderwerpen uit de informatietheorie, de netwerktheorie en de theorie der elektromagnetische golven behandeld. Sprekers en sectievoorzitters komen uit de hele wereld.

Behalve de sectiebijeenkomsten tijdens de Algemene Vergadering organiseert bijvoorbeeld Commissie VI elke drie jaar een symposium over de theorie der elektromagnetische golven. In 1965 vond een dergelijk symposium in Delft plaats, waar de pas kort tevoren vrijgegeven resultaten over Amerikaanse experimenten aan passieve satellieten werden behandeld.[5]) Dit jaar werd hetzelfde symposium in Stresa gehouden. In beide gevallen waren er ongeveer 250 deelnemers. In Praag organiseerde de U.R.S.I. met de Technische Universiteit een 15-daags symposium over netwerktheorie, waar alle nieuwe ontwikkelingen op het gebied der actieve RC-filters aan de orde kwamen, naast de klassieke onderwerpen. Informatietheorie-symposia worden reeds jaren, meestal in samenwerking met I.E.E.E. georganiseerd, bijv. Londen 1960, Brussel 1962, Los Angeles 1965, San Remo 1967, Ellenville 1969. Onder de belangrijke nieuwe bijdragen, die daar aan de orde kwamen, noemen we het werk van onze landgenoot Schalkwijk, die met Kailath een methode bedacht om op een kanaal met informatie-terugkoppeling, de theoretische Shannon-grens voor de overdrachtssnelheid te bereiken. Ik heb hier alleen de symposia in het kader van Commissie VI genoemd, omdat ik daarvan het beste op de hoogte ben. Ook de andere Commissies hebben zo hun eigen activiteiten.

4. Publikaties

De U.R.S.I. publiceert een tweemaandelijks bulletin met aankondigingen en verslagen van vergaderingen, samenstelling van Nationale Comités en van Commissies enz. Ook publiceert de U.R.S.I. elke drie jaar de Nationale Rapporten van alle landen over hun werk op radiowetenschappelijk gebied. De overzichtsvoordrachten op de plenaire vergaderingen gehouden werden in 1960 en 1963 door Elsevier gepubliceerd. In 1966 heeft de U.R.S.I. zelf deze uitgave verzorgd: 2400 bladzijden van groot formaat in twee dikke banden.

De U.R.S.I. geeft ook monografieën uit op speciale gebieden. Zo is er een U.R.S.I.-handboek over de interpretatie van ionogrammen en één getiteld 'Ionosferische resultaten van het Internationale Geofysische Jaar'. Verder verzorgt de U.R.S.I. de 'URSI-grammen'-dienst. Deze 'URSI-grammen' geven in gecodeerde vorm geomagnetische, ionosferische, solaire en kosmische data en worden per radio verspreid. Zij vormen een belangrijke steun bij de keuze van zendfrequenties, zendtijden en transmissiewegen. Sinds 1 augustus 1930 worden ze dagelijks uitgezonden, o.a. in Frankrijk, Duitsland, Japan, India en de Verenigde Staten.

Een belangrijke rol speelt de U.R.S.I. bij de organisatie van zgn. 'Internationale Jaren'. In zo'n jaar wordt door onderzoekers uit de hele wereld intensief samengewerkt om de wetenschap op een bepaald gebied snel vooruit te helpen. Het eerste Internationale Pooljaar werd gehouden in 1882–1883. Het tweede in 1932–1933. Het derde in 1957–1958. Overal, maar speciaal in de poolgebieden doet men dan waarnemingen op het gebied van aurora- en andere lichtverschijnselen, kosmische stralen, geomagnetisme, de ionosfeer, meteorologie, seismologie en zwaartekracht, zonne-activiteit, oceanografie. Voor het onderzoek van de hoge atmosfeer maakt men gebruik van raketten en satellieten. In 1964–1965 was de U.R.S.I. actief in het 'Jaar van de rustige zon'.

5. Geschiedenis

Op 13 oktober 1913 kwam een groep van negen in radio geïnteresseerde wetenschapsmensen uit zes landen (waaronder de Nederlander pater Wulf) in Brussel bijeen, en richtte de 'International Commission of Scientific Wireless Telegraphy' op. Koning Albert aanvaardde het erepresidentschap. Ten gevolge van de Eerste Wereldoorlog kwam de organisatie pas in 1919 tot leven. In dat jaar behoorde de U.R.S.I. (deze nieuwe naam dateert eigenlijk pas van 1928) tot de oprichters van de 'International Council of Scientific Unions', tezamen met drie andere

---

[4]) Comité Consultatif International Radio.

[5]) Wegens zijn grote verdiensten voor het welslagen van dit Symposium was de heer Goossens als eregast op deze U.R.S.I.-dag uitgenodigd. Tijdens de lunch werd hem met enkele hartelijke woorden een herinnering aangeboden.

Unies. Nu zijn 15 Unies er lid van. Met enkele ervan werkt de U.R.S.I. samen in een speciaal comité voor zonne- en aardse fysica. Met andere in het Inter-Unie-Comité voor frequentietoewijzigingen voor radio-astronomie en ruimte-onderzoek. Met Cospar[6]) wordt samengewerkt door het U.R.S.I.-Comité voor ruimte-onderzoek.

In 1922 werd het Nederlandse Nationale Comité opgericht. Van Nederlandse zijde levert Van der Pol al spoedig een belangrijk aandeel in de besprekingen. Zijn theoretisch werk over relaxatietrillingen (de 'Van der Pol'-vergelijking), Laplace-transformaties en golfuitbreiding trekt de aandacht. Hij wordt voorzitter van de Commissie voor Radiofysica in 1927 en blijft dat tot 1948. In dat jaar wordt deze commissie gesplitst in de tegenwoordige Commissies VI en VII. Van Commissie VI blijft hij nog voorzitter tot 1952, om daarna nog voorzitter van een subcommissie voor informatietheorie te blijven tot 1958. Hij was bovendien vice-president van 1934 tot 1950, en ere-president van 1952 tot zijn overlijden in 1959.

De eerste jaren zagen we een snelle groei van het inzicht. Zo bracht Sir Edward Appleton in 1927 te Washington verslag uit van experimenten, die hij in 1925 had gedaan en die de structuur van de ionosfeer in D-, E- en F-laag aantoonden. Om die te begrijpen moest hij de voortplanting in geïoniseerde media begrijpen, en de zgn. magneto-ionische theorie opstellen. In hetzelfde jaar maakte de Franse specialist Bureau, de wetenschappelijke wereld attent op het effect van de troposfeer – de lagere laag van de atmosfeer – op de radiopropagatie van voor die tijd zeer korte golven. Een schatting uit 1925 schrijft de storingen van atmosferische oorsprong toe aan 100 bliksemslagen per seconde op aarde, verdeeld over 1800 onweren. Dit is nog steeds een redelijke schatting. Jansky geeft in 1932 voor het Amerikaanse U.R.S.I.-Comité een lezing over zijn eerste waarneming van storingsbronnen in de Melkweg.

Het zou echter nog tot 1946 duren, voor de radio-astronomie in de U.R.S.I. speciale aandacht kreeg naar aanleiding van waarnemingen tijdens de Tweede Wereldoorlog. In 1952 gaven 17 landen rapporten over radio-astronomie uit. De Internationale Astronomische Unie begon ook meer en meer interesse te tonen en tegenwoordig is het zo dat technische activiteiten, zoals antenne- en versterkerconstructies tot de U.R.S.I. behoren, terwijl de astronomische resultaten in de I.A.U. behandeld worden.

Van Nederlandse zijde hebben Tellegen (o.a. Luxemburg-effect, gyrator), Bouwkamp (supergain antenne) en Bremmer (propagatie) belangrijke bijdragen geleverd, welke in het jubileumboek van 1963 (U.R.S.I. Golden Jubilee Memorial, 50 Years of Radio Science') uitdrukkelijk vermeld worden. Professor Tellegen was vice-president van de Unie van 1952 tot 1957.

De vorig jaar op 74-jarige leeftijd overleden secretaris-generaal Herbays heeft ongeveer veertig jaar lang zijn medewerking aan de U.R.S.I. gegeven. Hij zou volgend jaar met pensioen zijn gegaan. Professor Manneback, sinds 1948 penningmeester, is eveneens reeds lang met U.R.S.I. verbonden.

De U.R.S.I. eert de nagedachtenis van haar grote leiders door het houden van 'Memorial Lectures' (bijv. verbonden aan de namen van Goldschmidt, Van der Pol, Appleton), en het uitreiken van gouden medailles voor wetenschappelijk werk (Van der Pol, Dellinger). De 'Van der Pol'-medaille werd uitgereikt aan Ryle in 1963 en aan Gordon in 1966.

De geschiedenis van de U.R.S.I. is er een van voortdurende groei, van pogingen om de wetenschappelijke fundamenten voor steeds uitgebreider toepassing van radio en elektronica gecoördineerd te ontwikkelen. De radiocommunicatie strekt zich uit over steeds grotere afstanden en steeds bredere frequentiegebieden. De satellieten meten op korte afstand allerlei grootheden, die men vroeger slechts indirect kon afleiden. Er blijft in dit uitgestrekte gebied nog zoveel te doen, dat de toekomst en het belang van een Internationale Wetenschappelijke Radio Unie nog voor vele jaren verzekerd lijkt.

In de hier volgende artikelen zult U een slechts zeer gedeeltelijke indruk kunnen krijgen van werk, dat speciaal in Nederland op het gebied van de U.R.S.I. gedaan wordt, maar toch hoop ik dat de behandelde onderwerpen uw belangstelling voor de U.R.S.I. zullen wekken of verhogen.

[6]) Het interunie Committee for Space Research.

Korte technische berichten

Elektronisch geheugen voor analoge signalen

Het Philips' Natuurkundig Laboratorium te Eindhoven maakt melding van een door de heer F. L. J. Sangster ontwikkeld zuiver elektronisch geheugen voor analoge signalen. Dit geheugen is opgebouwd uit een reeks van condensatoren, die van elkaar worden gescheiden door transistorschakelaars. Bij het sluiten van een tussenliggende schakelaar wordt de lading van een condensator overgedragen op de naastliggende. Deze overdracht geschiedt steeds in één richting. Het gelijktijdig sluiten van alle schakelaars veroorzaakt een verschuiving van alle condensatorladingen in één richting; men kan hier dus spreken van een schuifregister.

Het analoge signaal, dat in het geheugen moet worden opgeslagen, wordt met regelmatige tussenpozen bemonsterd, waarbij op de eerste condensator van de reeks een lading wordt gebracht die een maat is voor de waarde van het analoge signaal op het moment van bemonsteren. Door het sluiten van de schakelaars wordt deze lading doorgegeven aan de tweede condensator van de reeks, enz. Het in de tijd variërende analoge signaal komt op deze wijze als een ruimtelijk ladingspatroon op de keten van condensatoren te staan en arriveert na een zekere vertragingstijd aan het andere einde van de keten.

Deze vertragingstijd en ook de fijnheid van het ladingspatroon, dat het continue signaal met behulp van een eindig aantal bemonsteringen moet representeren, hangen af van het totale aantal condensatoren, dat men in een dergelijke keten kan onderbrengen. Door het toepassen van de techniek van geïntegreerde schakelingen kan deze keten echter zo lang gemaakt worden dat het analoge signaal zeer nauwkeurig kan worden benaderd. In een experimentele uitvoering van dit geheugen kon een doorschuiffrequentie van 20 MHz worden bereikt.

Door een geschikte keuze van het tijdstip van bedienen van de verschillende schakelaars kan het opgeslagen signaal, in de tijd gezien, worden gecomprimeerd of uitgerekt. Ook kan

men een serie-parallelomzetting of een parallel-serie-omzetting met behulp van een dergelijke schakeling realiseren.

Daar de werking van het geheugen een zekere analogie vertoont met de vroeger bij het blussen van branden gebruikte methode van 'emmertjes doorgeven' wordt het hier beschreven circuit aangeduid met de term 'emmertjes-geheugen' of 'bucket brigade circuit'.

Philips Research Press Release: 694/221/no. 26/N.

Boekennieuws

D. F. Hoeschele: **Analog-to-Digital/Digital-to-analog Conversion Techniques.** Uitg.: John Wiley and Sons Ltd., Sussex, 1968. **Prijs 150 s.**

Het boek begint met een korte algemene inleiding over conversietechnieken, zowel digitaal naar analoog als analoog naar digitaal. Behalve dat deze inleiding erg kort is, ontbreekt de systematiek in hoge mate. Bovendien wordt niets vermeld over de plaats en het gebruik in grote of kleine informatieverwerkende systemen.

Het tweede eveneens korte hoofdstuk geeft een overzicht van de plaatsen en oorzaken van onnauwkeurigheden of fouten. Aangegeven wordt hoe deze in rekening te brengen om tot een ontwerp van een omzetter met voorgeschreven nauwkeurigheid te komen.

Het derde hoofdstuk is gewijd aan een korte behandeling van de te gebruiken logische schakelingen. Enkele hiervan worden tot op details van circuit-elementen bekeken.

Het vierde hoofdstuk beschrijft in finesses de werking en het ontwerp van elektronische schakelaars voor analoge spanning, nadat in de eerste bladzijden het bestaan van elektromechanische schakelaars voor dit doel is aangestipt. Dit hoofdstuk is aanzienlijk uitvoeriger dan de voorgaande.

De drie volgende hoofdstukken geven een zeer uitvoerige beschrijving van de digitaal-analoog-omzetters en de verschillende schakelingen daarvoor, ingedeeld in nauwkeurigheidsklassen. Ook wordt aandacht besteed aan de referentiespanningen die voor de omzetters nodig zijn.

Hoofdstuk acht en negen zijn gewijd aan de comparatoren en multiplexers voor analoge spanningen. Het gebruik van de diverse typen halfgeleiders en hun voor- en nadelen worden uitvoerig toegelicht.

Na een hoofdstuk over speciale analoog-digitaal-omzetters, nl. digitale hoekstandomzetters, worden in twee hoofdstukken de analoog-digitaal-omzetters behandeld. Deze behandeling is aanzienlijk minder uitgebreid en gedetailleerd dan de behandeling van de digitaal-analoog-omzetters.

De opbouw van het boek is niet erg evenwichtig door het met verschillend accent behandelen van overigens gelijkwaardige elementen; met name komt de analoog-digitaal-omzetter er in vergelijking met de digitaal-analoog-omzetter zeer slecht af. Een systematischer indeling zou de lezing van het boek stellig vergemakkelijken. Ondanks bovengenoemde bezwaren geeft het boek speciaal voor diegenen die met het ontwerp en de bouw van omzetters belast zijn een goede inleiding, te meer omdat op dit gebied nog weinig literatuur in boekvorm beschikbaar is. Het boek bevat vele praktische gegevens over componenten. Daar het gebruik van microcircuits wordt aanbevolen, wordt aangegeven welke specificaties van belang zijn voor de betreffende toepassing. Hierdoor wordt het snel verouderen van het boek door het noemen van typenummers gedeeltelijk opgeheven.

Ir. M. Pleeging.

Varia

Symposium 'Integrated circuits; mogelijkheden en moeilijkheden', 22 mei 1969 te Delft

In aansluiting op de reeds eerder gepubliceerde aankondiging van dit symposium (zie blz. ET 50) wordt hier een korte samenvatting gegeven van de voordrachten, die zullen worden gehouden.

– Prof. ir. L. J. Tummers: *Inleiding.*
De redenen die tot de ontwikkeling van de micro-elektronica hebben geleid worden kort uiteengezet. Algemene aspecten van de belangrijkste technologieën – nl. de filmmethode en de monolitische techniek – worden besproken. Enkele verdere begrippen uit het gebied van de geïntegreerde elektronica zullen hierbij, ter inleiding van de volgende lezingen, worden toegelicht.

– Drs. A. Schmitz: *Mogelijkheden van de planaire-siliciumtechnologie, voordelen en beperkingen.*
De planaire technologie is een bewerkingsmethode van éénkristallijne siliciumplaatjes, waarbij na oxydatie en foto-etstechnieken diffusiemaskers in de siliciumdioxydehuid worden aangebracht. Als hierna het siliciumplaatje verhit wordt kan men plaatselijk diffusie van donoren of acceptoren uitvoeren, waarbij het siliciumdioxyde markeert tegen die diffusie. Deze methode wordt meermalen uitgevoerd waarbij dan andere maskers en 'dopes' worden gekozen. Door toepassing van microfotografie kunnen zeer vele elementjes in één bewerkingsfase tegelijk worden gemaakt. De structuren waartoe dit kan leiden zullen de revue passeren, de duidelijke voordelen zullen worden belicht, de beperkingen van deze technologie worden niet vergeten. De stand van de huidige techniek zal aan de hand van enige voorbeelden worden belicht.

– Dr. N. C. de Troye: *Opbouw van digitale geïntegreerde schakelingen.*
In digitale systemen maakt men momenteel veelvuldig gebruik van zogenaamde bouwstenen. Dit zijn schakelingen die een logische functie kunnen genereren en waarvan de circuitelementen ondeelbaar bijeengebracht en elektrisch doorverbonden zijn, zodanig dat ze met het oog op specificatie, testen, onderhoud en handel als een eenheid kunnen worden beschouwd.

Na een korte inleiding over logische functies zal een overzicht worden gegeven van bestaande schakelingen die de NAND/NOR-functie kunnen genereren. De circuits hebben een specifieke opbouw, die men terug kan vinden in hun benaming: RTL, DCTL, TTL, ETL, DTL en ECL. Aangetoond zal worden dat een gegeven technologie een bepaalde ontwerpfilosofie voor de schakelingen met zich meebrengt. Aan de hand van een tweetal voorbeelden kan men laten zien dat parasitaire effecten, die het gedrag van een schakeling vaak nadelig kunnen beïnvloeden, ook gebruikt kunnen worden om de eigenschappen van een circuit te verbeteren.

– Ir. C. H. Eversdijk: *Het ontwerpen van digitale schakelingen.*
In beginsel kunnen digitale schakelingen worden opgebouwd uit elementaire bouwstenen, zoals poortschakelingen, flip-flops

e.d. Hiervan zijn dan vaak grote aantallen nodig, maar het aantal verschillende typen behoeft slechts gering te zijn. Deze bouwwijze, die in het verleden zeer efficiënt gebleken is, heeft, indien de bouwstenen als 'integrated circuits' worden uitgevoerd, het bezwaar dat de draadverbindingen tussen de bouwstenen relatief veel ruimte vergen. Het streven is er daarom op gericht om meer gecompliceerde functies in één bouwsteen onder te brengen. De keuze van de functies, die hiervoor het meest geschikt zijn, en het aanbrengen van een zekere standaardisatie hierin vormen momenteel objecten van onderzoek. Bovendien moeten de ontwerpmethoden aan deze nieuwe meer gecompliceerde bouwstenen worden aangepast.

– Ir. Th. J. van Kessel: *Ontwikkeling in analoge geïntegreerde schakelingen.*
De mogelijkheden en de beperkingen van de integratietechniek dwingen de elektronicus zowel de basisschakelingen als de algemene elektronica-principes opnieuw te bezien, zodat ondanks integratie met deze techniek toch hoogwaardige elektronische produkten kunnen worden gefabriceerd. In de voordracht zullen voorbeelden worden gegeven van deze nieuwe ontwikkelingen en zullen vooral betrekking hebben op de analoge bouwstenen, die in de instrumentele elektronica steeds meer worden toegepast.

– Prof. ir. O. W. Memelink: *MOS-geïntegreerde schakelingen.*
Deze berusten op de toepassing van de metaal-oxyde-siliciumstructuur, dikwijls in de vorm van de MOS-veldeffecttransistor. In het kort zullen de elektrische eigenschappen van de MOS-structuur worden besproken. De MOS-transistor leent zich bijzonder goed voor toepassing in bepaalde soorten van schakelingen. Hierover zal het een en ander worden verteld. Ook zal worden ingegaan op de verschillen tussen MOS- en bipolaire geïntegreerde schakelingen.

– Prof. ir. L. J. Tummers: *Slotbeschouwing.*
In dit slotoverzicht worden enkele recente onderzoekingen op het gebied van de halfgeleidertechnologie kort besproken. Dit betreft o.a. het gebruik van elektronenstralen bij de vervaardiging van geïntegreerde circuits, het werk aan zeer dunne siliciumlagen en de problematiek van de verbindingstechnieken. In samenhang met dit laatste punt komt ook de 'Large Scale Integration' aan de orde.

– De symposiumvoordrachten zullen niet worden gepubliceerd. Tijdens het symposium zal een syllabus worden uitgereikt.

Zomercursus Fysica van de Halfgeleiders, 1 tot 6 september 1969, Leuven

Het Laboratorium voor Elektronica van de Katholieke Universiteit te Leuven organiseert een zomercursus met bovengenoemde titel, die bedoeld is voor hen die de basiskennis, noodzakelijk voor de studie, en het gebruik van de halfgeleiderelementen wensen te verwerven en zich er in willen verdiepen. De volgende onderwerpen zullen worden behandeld:
- inleiding tot de quantummechanica;
- de bandentheorie:
- transportverschijnselen en toepassingen voor elektrische, magnetische en thermische eigenschappen;
- optische eigenschappen en toepassingen;
- oppervlakte-eigenschappen en toepassingen;
- meer gespecialiseerde onderwerpen (in de vorm van seminaries). De cursus zal in het Nederlands worden gegeven. De kosten bedragen BF 6000, de middagmalen inbegrepen. Voor inschrijven (vóór 15 juli 1969) en nadere inlichtingen wende men zich tot: Prof. R. van Overstraeten, Laboratorium voor Elektronica, Kardinaal Mercierlaan 94, Heverlee, België. Tel.: (016) 31543.

Uit het NERG

Administratie van het NERG: Postbus 39, Leidschendam. Giro 94746 t.n.v. penningmeester NERG, Leidschendam. Secretariaat van de Examencommissie-NERG: van Geusaustraat 151, Voorburg.

204e Werkvergadering op vrijdag 6 juni 1969 in het Verbindings Opleidingscentrum (VOC) van de Koninklijke Landmacht te Ede. Aanvang 10.00 uur

In samenwerking met de Afdeling voor Krijgskundige Techniek en de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs organiseert het NERG een bijeenkomst onder de titel *Militaire Telecommunicatie.*

Het programma luidt als volgt:

10.00 uur: Ontvangst in de manschappenkantine van de Simon Stevinkazerne, gelegen aan de oude weg De Klomp-Arnhem (N.O. van Ede)
10.25 uur: Opening door de voorzitter
10.30 uur: Welkomstwoord door de commandant VOC, Kolonel A. H. Mohr
10.45 uur: Generaal T. de Ruig, Ing., Inspecteur Verbindingsdienst KL: *Eigenschappen van militaire verbindingen*
11.30 uur: Ir. H. J. Suermondt (PTI Huizen): *Moderne militaire FM-radio*
12.15 uur: Discussie
12.45 uur: Lopende lunch en bezichtigingen
14.00 uur: Ir. J. J. Meinardi: *Frequentie-toewijzing per computer*
14.45 uur: Luitenant Kolonel ir. L. Barneveld Binkhuijsen: *Experimenten met de LES 5 (Satelliet)*
15.30 uur: Theepauze
15.50 uur: Discussie
Uiterlijk 16.30 uur: Sluiting door de voorzitter.

Op het terrein van de hiervoor genoemde kazerne is voldoende parkeergelegenheid aanwezig. Het station Ede ligt ongeveer 15 minuten lopen van deze kazerne (één achtpersoonscombi zal ter beschikking zijn voor transport van treinreizigers).

Tijdens de lunchpauze bestaat gelegenheid in diverse voertuigen mobiele apparatuur te bezichtigen, waarbij deskundige uitleg zal worden gegeven. Een bijdrage van *f* 2,50 in de kosten dient bij aankomst te worden voldaan.

Ledenmutaties

Nieuwe leden
Ir. M. van Deelen, Voorschoterlaan 51, Rotterdam-16.
Ir. R. W. Okkes, Irenestraat 22, Leiderdorp.
Ir. M. A. Reinders, Beethovenlaan 11, Leidschendam.
Ir. A. C. T. Timmermans, Prins Frederiklaan 327, Leidschendam.

Nieuwe adressen van leden
Ir. J. E. Philips, Staringstraat 31, Nijmegen.
Ir. J. N. Vles, Hullenbergweg 2, Bennekom.